

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт электронного образования

Специальность 151001 «Технология машиностроения»

Кафедра Технология автоматизированного машиностроительного производства

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ/РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Совершенствование технологии изготовления станины двигателя ДТ-172 |

УДК 62-216.5.002:621.313.3

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------|---------|------|
| 3-4301 | Венцова В.М. | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|--------------------------------------|---------|------|
| Доцент | Козлов В.Н. | Доцент, кандидат технических наук | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|---|---------|------|
| Доцент | Петухов О.Н. | Доцент, кандидат экономических наук | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Гуляев М.В. | Доцент | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Зав.кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------|-----------------|--------------------------------------|---------|------|
| Доцент | Арляпов А.Ю. | Доцент, кандидат технических наук | | |

Томск - 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»
 Институт электронного образования
 Специальность 151001 «Технология машиностроения»
 Кафедра Технологии автоматизированного машиностроительного
 производства

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Дата, подпись)

А.Ю. Арляпов

(ФИО)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|------------------------------|
| з-4301 | Венцова Валентина Михайловна |

Тема работы:

Совершенствование технологии изготовления станины двигателя ДТ-172

Утверждена приказом директора (дата, номер) 18.02.2016 №947/с

Срок сдачи студентом выполненной работы: 06.06.2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|---|
| Исходные данные к работе | Чертеж детали, техническое задание |
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов | Совершенствование технологического процесса изготовления детали, расчет припусков на обработку, размерный анализ технологического процесса, выбор оборудования, расчет режимов резания и мощности оборудования. |
| Перечень графического материала | Чертеж детали, маршрутная карта, операционная карта, чертеж приспособления, размерная схема. |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы | |
| Раздел | Консультант |
| Технологическая часть | Козлов В.Н. |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Петухов О.Н. |
| Социальная ответственность | Гуляев М.В. |

| | |
|--|------------|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | 15.02.2016 |
|--|------------|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-------------|------------------------|---------|------|
| Доцент | Козлов В.Н. | к.т.н | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Дата | Подпись |
|--------|--------------|------|---------|
| з-4301 | Венцова В.М. | | |

Оглавление

Введение

| | |
|---|----|
| 1. Анализ технологичности конструкции детали..... | 7 |
| 2. Определение типа производства..... | 9 |
| 3. Маршрутный технологический процесс изготовления детали «Станина» | 13 |
| 4. Расчет припусков на обработку..... | 24 |
| 4.1. Расчет припусков при обработке наружной поверхности диаметром 172h11..... | 24 |
| 4.2. Расчет припусков при обработке внутренней поверхности диаметром 146H9 | 26 |
| 4.3. Расчет припусков при обработке станины по длине..... | 27 |
| 5. Расчет технологических размеров..... | 29 |
| 5.1. Расчет технологических размеров при обработке диаметра 172h11 | 29 |
| 5.2. Расчет технологических размеров при обработке отверстия диаметром 146H9 | 29 |
| 5.3. Расчет технологических размеров при обработке станины по длине 239h11 | 31 |
| 6. Размерный анализ технологического процесса..... | 32 |
| 7. Расчет режимов резания | 44 |
| 8. Выбор средств технологического оснащения | 61 |
| 9. Расчет основного времени | 64 |
| 10. Конструкторский раздел | 67 |
| 10.1. Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления | 68 |
| 10.2. Выбор и расчет привода зажимного устройства | 70 |
| 10.3. Оформление чертежа общего вида, описание конструкции и принципа работы | 71 |
| Список использованных источников | |

Приложение

Введение

Машиностроение является ведущей отраслью экономики. За последнее время в промышленности стало широко применяться различное высокопроизводительное оборудование и станки с ЧПУ, ЭВМ и др. Развитие машиностроения определяется как разработкой принципиально новых конструкций машин, так и улучшение технологий их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться. Экономичность производства напрямую зависит от качества технологических процессов, разрабатываемых на нём.

Применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства.

Автоматизация производства на всех его этапах позволяет существенно сократить время подготовки производства, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные производства не могут оставаться на конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации.

Темой моей работы является совершенствование технологического процесса изготовления станины. В основном это направленно на использование современного оборудования, которое способно производить обработку более качественно и за меньший промежуток времени. Использование такого оборудования обеспечивает более высокую производительность и качество продукции.

1. Анализ технологичности конструкции детали

Целью анализа является выявление недостатков по сведениям, которые содержатся в чертежах и технических требованиях, а так же возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

Выбранная деталь является корпусной частью для двигателя модели ДТ-172.

Станина сваривается из двух предварительно обработанных деталей: корпуса и фланца. Заготовками для них служат трубы соответствующих диаметров.

ГОСТ 14.201-91 устанавливает ряд показателей технологичности конструкции изделий. К ним относятся:

- деталь должна быть правильной геометрической формы, обеспечивающей возможность ее полной обработки от одной базы;
- необходимо избегать разнообразия размеров отверстий и резьбы;
- конструкция детали должна предусматривать небольшое количество обрабатываемых поверхностей, сопрягаемых с другими деталями;
- допуски на размеры точных деталей не должны усложнять технологию производства.

Анализируя данную деталь с точки зрения технологичности ее изготовления можно отметить ряд положительных факторов:

1. Большая часть размеров и точности обработки поверхностей обеспечиваются возможностями станков;
2. Конструкция детали позволяет обеспечивать свободный подвод и отвод режущего инструмента;
3. Материал хорошо поддается механической обработке;

Техническое задание

Усовершенствовать технологический процесс изготовления детали типа «Станина». Чертеж детали представлен на рисунке 1. Годовая программа выпуска: 2000 шт.

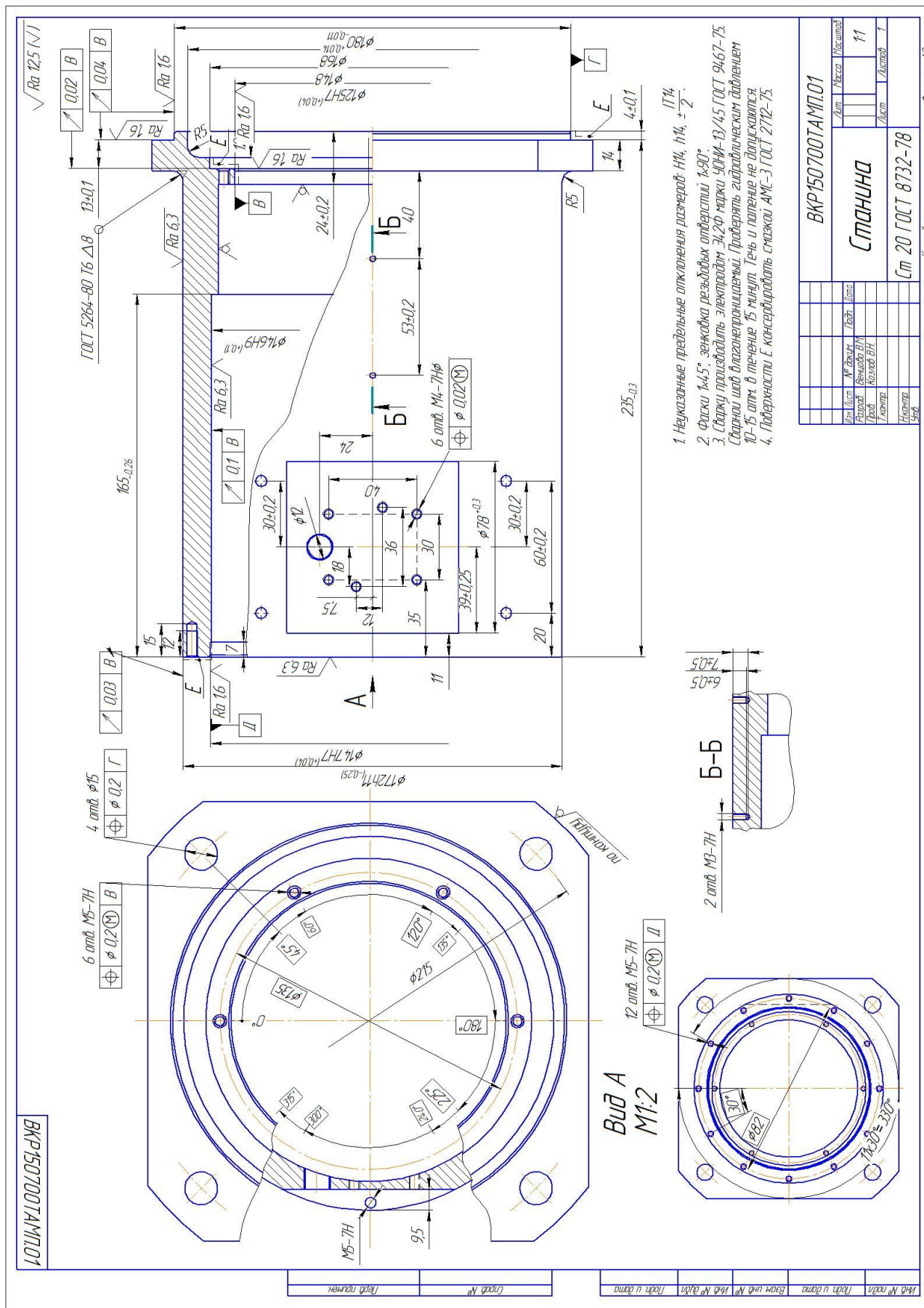


Рис. 1 Чертеж станины

2. Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_b}{T_{cp}}, \quad (1)$$

где t_b – такт выпуска детали, мин.;

T_{cp} – среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле [1, стр. 22]:

$$t_b = \frac{60F_d}{N_r}, \quad (2)$$

где F_d – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_r – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования определяем по табл. 2.1 [1, стр. 22] при двухсменном режиме работы: $F_r = 4029$ ч.

Тогда

$$t_b = \frac{F_d}{N_r} = \frac{4029 \cdot 60}{2000} = 120,87 \text{ мин.}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n}, \quad (3)$$

где $T_{ш.к.i}$ – штучно-калькуляционное время i -ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

В качестве основных операций выберем 6 операций ($n=6$).

Штучно-калькуляционное время i -ой основной операции определяем по рекомендациям приложения 1 [1, стр. 147]:

$$T_{ш.к.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{oi} \quad (4)$$

где $\varphi_{k.i}$ – коэффициент i - ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{o.i}$ – основное технологическое время i - ой операции, мин.

Для токарной операции с ЧПУ (операция 015) $\varphi_{k.1}=2,14$

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения 1 [1, стр. 146].

Основное технологическое время для операции определяется как сумма основных переходов

$$T_{o.1} = (0,037(D^2 - d^2) + 0,1dl + (0,2dl)2 + (0,18dl)2) \times 10^{-3}$$

где D – наибольший диаметр обрабатываемого торца, мм;

d – наименьший диаметр обрабатываемого торца, мм;

l – длина обрабатываемой поверхности, мм.

Значения вышеперечисленных переменных определяем приближенно, по чертежу детали.

$$\begin{aligned} T_{o.1} &= (0,037(173^2 - 146^2) + 0,1 \times 172 \times 221 + 0,2 \times 145 \times 164,5 \\ &\quad + (0,2 \times 146 \times 6,5) + (0,18 \times 146 \times 165) + 0,18 \times 147 \times 7) \times 10^{-3} \\ &= 13,58 \text{ мин} \end{aligned}$$

$$T_{ш.к.1} = \varphi_{k.1} \times T_{o.1} = 2,14 \times 13,58 = 29 \text{ мин.}$$

Основное технологическое время для второй токарной операции (020), также определяем для наиболее продолжительных по времени переходов:

$$T_{o.2} = (0,037(D^2 - d^2) + 0,1dl + 0,2dl + 0,2dl + 0,2dl + 0,17dl + 0,18dl + 0,18dl) \times 10^{-3}$$

$$\begin{aligned} T_{o.2} &= (0,037(181^2 - 167^2) + 0,1 \times 181 \times 4 + 0,2 \times 168 \times 12 + 0,2 \times 147 \times 5 \\ &\quad + 0,2 \times 124 \times 7 + 0,17 \times 180 \times 4 + 0,18 \times 148 \times 5 + 0,18 \times 125 \\ &\quad \times 7) \times 10^{-3} = 1,39 \text{ мин} \end{aligned}$$

$$T_{ш.к.2} = \varphi_{k.2} \times T_{o.2} = 2,14 \times 1,39 = 2,97 \text{ мин.}$$

Коэффициент для фрезерной операции $\varphi_{k.1}=1,84$

Основное время для фрезерной операции (030):

$$T_{o.3} = (0,52 \times d \times l \times 12 + 0,4 \times d \times l \times 12) \times 10^{-3}$$

$$T_{0.3} = (0,52 \times 4,3 \times 15 \times 12 + 0,4 \times 5 \times 12 \times 12) \times 10^{-3} = 0,69 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ш.к.3}} = \varphi_{\text{к.3}} \times T_{0.3} = 1,84 \times 0,69 = 1,27 \text{ мин}$$

Основное время для фрезерной операции (035):

$$T_{0.4} = (0,52 \times d \times l \times 4 + 0,52 \times d \times l \times 6 + 0,4 \times d \times l \times 6) \times 10^{-3}$$

$$T_{0.4} = (0,52 \times 15 \times 14 \times 4 + 0,52 \times 4,3 \times 7 \times 6 + 0,4 \times 5 \times 7 \times 6) \times 10^{-3} \\ = 0,615 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ш.к.4}} = \varphi_{\text{к.4}} \times T_{0.4} = 1,84 \times 0,615 = 1,13 \text{ мин}$$

Основное время для фрезерной операции (045):

$$T_{0.5} = (6 \times l \times 3 + 0,52 \times d \times l \times 2 + 0,52 \times d \times l + 0,52 \times d \times l \times 6 + 0,4 \times d \\ \times l \times 6 + 0,4 \times d \times l \times 2) \times 10^{-3}$$

$$T_{0.5} = (6 \times 78 \times 3 + 0,52 \times 2 \times 7 \times 2 + 0,52 \times 12 \times 4 + 0,52 \times 3,15 \times 4 \times 6 \\ + 0,4 \times 4 \times 4 \times 6 + 0,4 \times 3 \times 6 \times 2) \times 10^{-3} = 1,54 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ш.к.5}} = \varphi_{\text{к.5}} \times T_{0.5} = 1,84 \times 1,54 = 2,83 \text{ мин}$$

Коэффициент для вертикально-сверлильной операции $\varphi_{\text{к.1}}=1,72$

Основное время для вертикально-сверлильной операции (055):

$$T_{0.6} = (0,52 \times d \times l \times 4 + 0,4 \times d \times l \times 4) \times 10^{-3}$$

$$T_{0.6} = (0,52 \times 3,3 \times 8,5 \times 4 + 0,4 \times 4 \times 7,5 \times 4) \times 10^{-3} = 0,1 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ш.к.6}} = \varphi_{\text{к.6}} \times T_{0.6} = 1,72 \times 0,1 = 0,17 \text{ мин}$$

Определяем среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{ш.к.}i}}{n} = \frac{T_{\text{ш.к.1}} + T_{\text{ш.к.2}} + T_{\text{ш.к.3}} + T_{\text{ш.к.4}} + T_{\text{ш.к.5}} + T_{\text{ш.к.6}}}{6} \\ = \frac{29 + 2,97 + 1,27 + 1,13 + 2,83 + 0,17}{6} = 6,22 \text{ мин.}$$

Определяем тип производства :

$$K_{3.0} = \frac{t_{\text{в}}}{T_{\text{ср}}} = \frac{120,87}{6,22} = 19,4$$

Так как $K_{3.0} = 10 < 19,4 < 20$, то тип производства среднесерийный.

3. Маршрутный технологический процесс изготовления детали «Станина»

Ознакомившись и проанализировав технологический процесс предприятия, который представлен ниже в виде таблицы 3.1, можно внести некоторые изменения для улучшения техпроцесса.

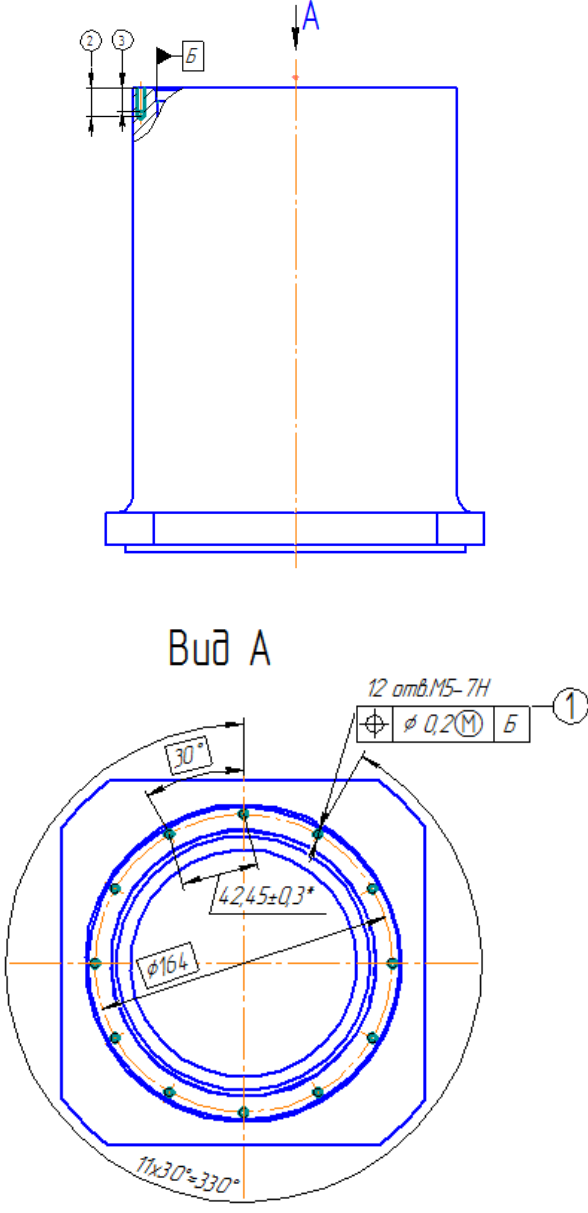
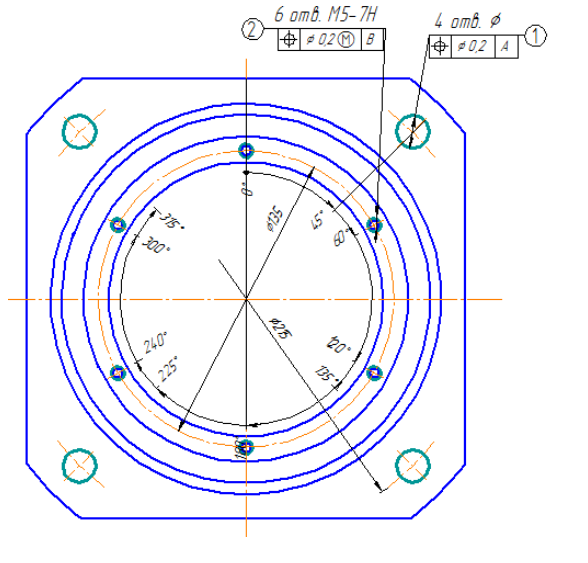
В качестве заготовки используется сваренный корпус из двух предварительно обработанных деталей.

Таблица 3.1

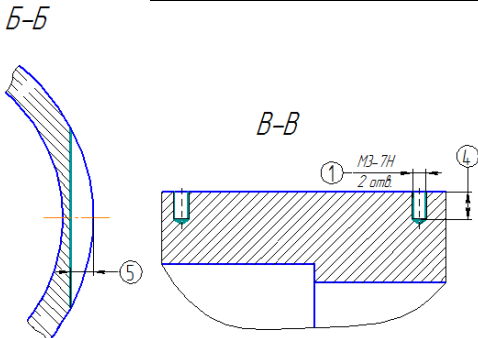
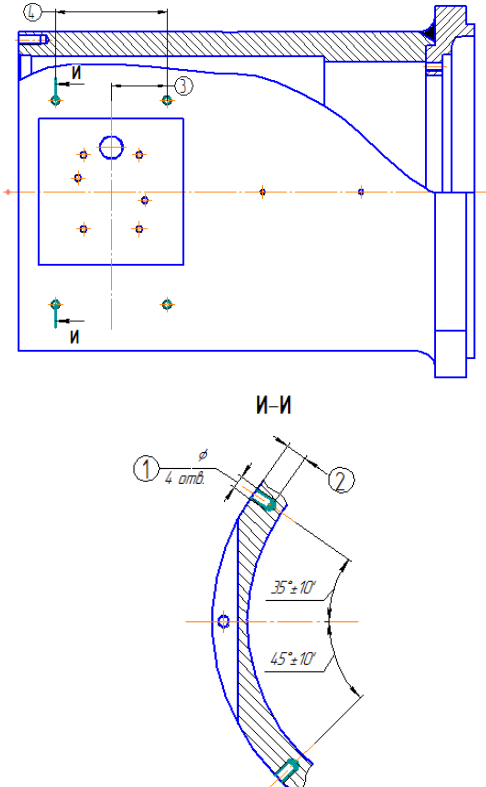
Технологический процесс изготовления станины на предприятии

| № оп. | Название операции и содержание | Операционный эскиз |
|-------|--|--------------------|
| 010 | <u>Токарная</u> 1. Установить и снять заготовку 2. Подрезать торец 1 3. Точить поверхность диаметром 2 на длину 3 4. Точить поверхность сварки радиусом R5 | |
| 015 | <u>Токарная</u> 1. Установить и снять заготовку 2. Точить предварительно диаметр 1 на глубину 2 мм 3. Точить предварительно диаметр 3 на глубину 4 мм | |

| | | |
|-----|--|--|
| 020 | <p><u>Токарная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец 1 2. Точить предварительно диаметр 2 на глубину 3. 3. Точить диаметр 4, выдерживая размер 5 и 6. 4. Точить диаметр 7, выдерживая размер 8. 5. Расточить предварительно диаметр 9 | |
| 025 | <p><u>Токарная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Точить окончательно диаметр 1 на глубину 2 2. Точить диаметр 3, выдерживая размер 4 3. Расточить окончательно диаметр 5. 4. Снять фаску 1×45° с диаметров 1 и 5. | |
| 030 | <p><u>Токарная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Точить окончательно диаметр 1 на глубину 2. 2. Точить окончательно диаметр 3 на глубину 4. 3. Снять фаску 1×45° | |
| 035 | <p><u>Контрольная</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Контроль размеров по эскизам | |

| | | |
|-----|--|---|
| 040 | <p><u>Фрезерная с ЧПУ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и снять заготовку 2. Центровать 12 отверстий 3. Сверлить 12 отверстий диаметром 1 4. Зенковать отверстия фаской 1*90° 5. Нарезать резьбу М5-7Н |  <p>Вид А</p> <p>12 отв. М5-7Н $\varnothing 0.2 \text{ (M)}$ Б ①</p> <p>30°</p> <p>42.45 ± 0.3</p> <p>16.4</p> <p>11 × 30° = 330°</p> |
| 045 | <p><u>Фрезерная с ЧПУ</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и снять заготовку 2. Центровать отверстия (1) и (2) 3. Сверлить 4 отверстия (1) диаметром 1 и 6 отверстий (2) диаметром 2 4. Зенковать отверстия (1) фаской 1*45° 5. Зенковать отверстия (2) фаской 1*90° 6. Нарезать резьбу М5-7Н в 6 отверстиях (2) |  <p>6 отв. М5-7Н $\varnothing 0.2 \text{ (M)}$ Б ②</p> <p>4 отв. \varnothing $\varnothing 0.2$ А ①</p> <p>15°</p> <p>90°</p> <p>60°</p> <p>42.45 ± 0.3</p> <p>16.4</p> |

| | | |
|-----|--|--|
| | | |
| 050 | <p><u>Слесарная</u></p> <p>1. Опиливать заусенцы и острые кромки, получаемые после механической обработки</p> | |
| 055 | <p><u>Испытание на герметичность</u></p> <p>1. Контролировать сварной шов на герметичность гидравлическим давлением 10,3-15,5 кг/см² в течение 15 мин. Течь и потение не допускаются. При наличии течи произвести разделку дефектного слоя и подварить. После сварки произвести механическую доработку детали.</p> | |
| 060 | <p><u>Фрезерная с ЧПУ</u></p> <p>1. Установить и снять заготовку</p> <p>2. Фрезеровать лыску в размер по эскизу</p> <p>3. Центровать отверстия (1), (2) и (3)</p> <p>4. Сверлить 2 отверстия (3) диаметром 1</p> <p>5. Сверлить отверстие (1) диаметром 2</p> <p>6. Сверлить 6 отверстий (2) диаметром 3.</p> <p>7. Зенковать отверстие (1) фаской 1×45°</p> <p>8. Зенковать отверстия (2) и (3) фаской 1×90°</p> <p>9. Нарезать резьбу М4-7Н в 6 отверстиях (2)</p> | |

| | | |
|-----|---|---|
| | 10. Нарезать резьбу М3-7Н в 2 отверстиях (3) |  |
| 065 | <u>Слесарная</u> 1. Опилиť заусенцы и острые кромки, получаемые после механической обработки | |
| 070 | <u>Сверлильная</u> 1. Установить и снять заготовку 2. Сверлить 4 отверстия диаметром 1 по кондуктору |  |
| 075 | <u>Резьбонарезная</u> 1. Установить и снять заготовку 2. Нарезать резьбу М4-7Н в 4 отверстиях диаметром 1 (см. эскиз в операции № 70) | |
| 080 | <u>Контрольная</u> 1. Контроль размеров по эскизам | |

Испытание на герметичность рациональнее проводить перед обработкой, поскольку это сразу позволит улучшить шов при необходимости и на обработанные поверхности это никак не повлияет. Токарные операции 010, 015 и 030 можно объединить в одну операцию с использованием станка с ЧПУ

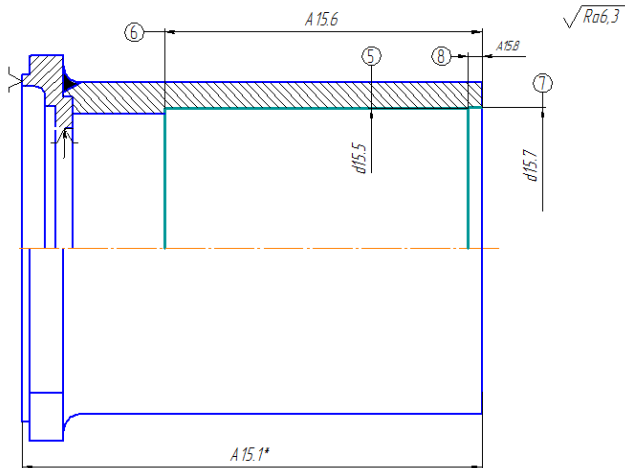
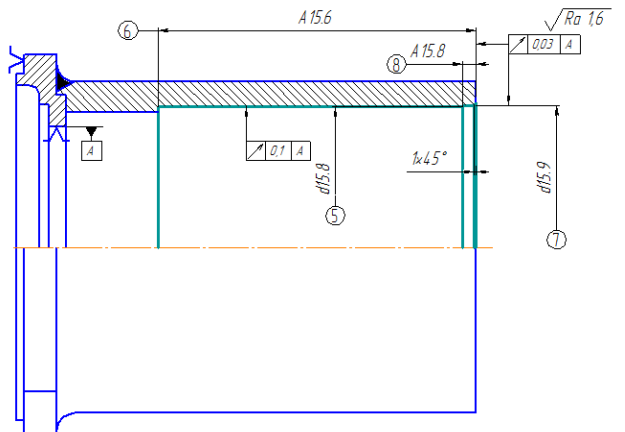
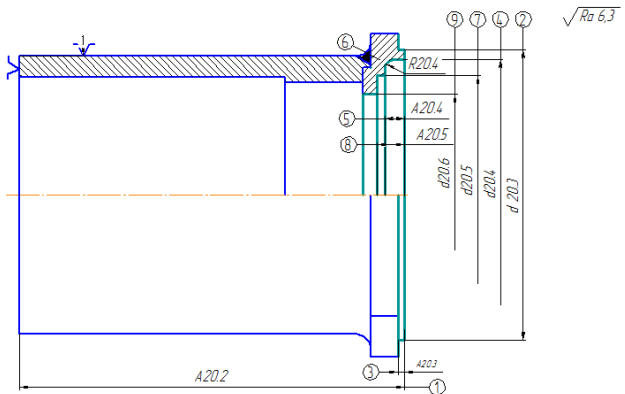
и произвести обработку за один установ. Токарные операции 020 и 025 будем обрабатывать так же на токарном станке с ЧПУ за один установ. Сверление 4 отверстий по кондуктору и нарезание в этих отверстиях можно так же объединить в одну операцию и проводить ее на вертикально-сверлильном станке. По завершении производим контроль размеров, промываем деталь и консервируем.

После проведенных изменений составляем новый технологический маршрут изготовления станины, который представлен в таблице 3.2.

Маршрут технологии изготовления станины представлен в виде табл.3.2

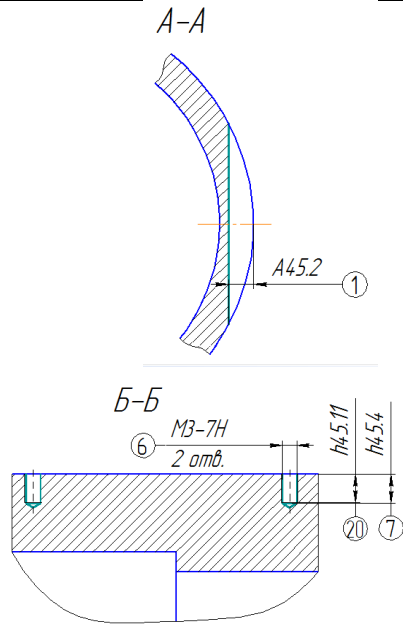
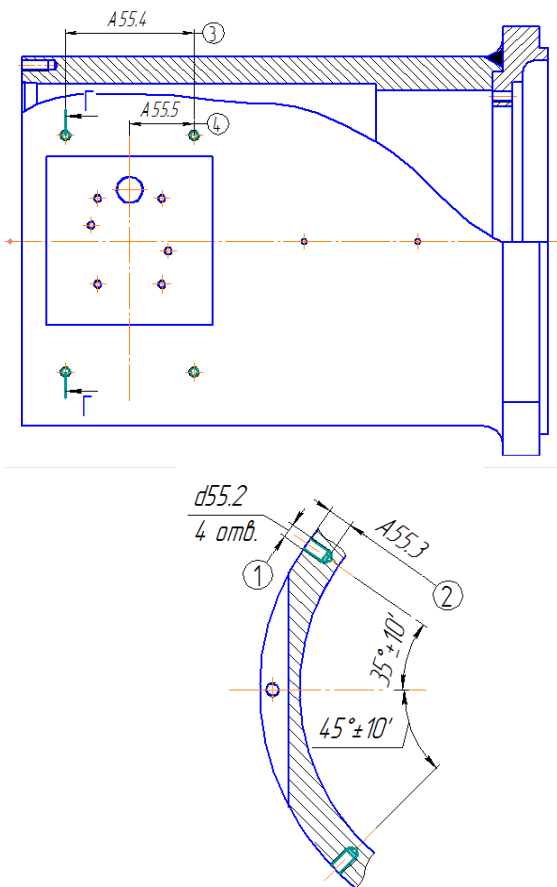
Таблица 3.2.

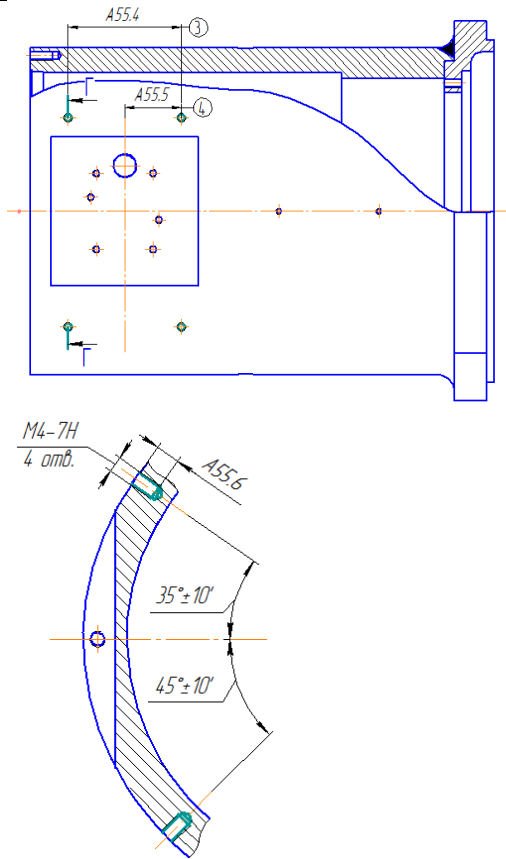
| № оп. | Название операции и содержание | Операционный эскиз |
|-------|---|--------------------|
| 010 | <u>Испытание на герметичность</u> 1. контролировать сварной шов на герметичность гидравлическим давлением 10,3-15,5 кг/см ² в течение 15 мин. Течь и потение не допускаются. При наличии течи произвести разделку дефектного слоя и подварить. После сварки произвести механическую обработку детали. | |
| 015 | <u>Токарная с ЧПУ</u> 1. Установить и снять заготовку. 2. Подрезать торец, выдерживая размер 1. 3. Обточить поверхность 2 d15.2, выдерживая размер 3 и 4. | |

| | | |
|-----|---|--|
| | <p>4. Расточить предварительно отверстие 5 d15.5, выдерживая размер 6.</p> <p>5. Расточить предварительно отверстие 7 d15.7, выдерживая размер 8.</p> |  |
| | <p>6. Расточить окончательно отверстие 5 d15.8, выдерживая размер 6.</p> <p>7. Расточить окончательно отверстие 7 d15.9, выдерживая размер 8.</p> <p>8. Расточить фаску 1×45° с диаметра d15.9.</p> |  |
| 020 | <p><u>Токарная с ЧПУ</u></p> <p>1. Установить и снять заготовку.</p> <p>2. Подрезать торец, выдерживая размер 1.</p> <p>3. Обточить предварительно поверхность 2 d20.3, выдерживая размер 3.</p> <p>4. Расточить отверстие 4 d20.4, выдерживая размеры 5 и 6.</p> <p>5. Расточить предварительно отверстие 7 d20.5, выдерживая размер 8.</p> <p>6. Расточить предварительно отверстие 9 d20.6 на всю длину.</p> |  |

| | | |
|-----|--|--|
| | <p>7. Обточить окончательно поверхность 2 d20.7, выдерживая размер 10.</p> <p>8. Расточить окончательно отверстие 7 d20.7, выдерживая размер 11.</p> <p>9. Расточить окончательно отверстие 9 d20.9 на всю длину.</p> <p>10. Обточить фаску 1×45° с диаметра 2.</p> <p>11. Расточить фаску 1×45° с диаметра 4.</p> | |
| 025 | <p><u>Контрольная</u></p> <p>1. Контроль размеров по эскизам.</p> | |
| 030 | <p><u>Фрезерная с ЧПУ</u></p> <p>1. Установить и снять заготовку.</p> <p>2. Центровать 12 отверстий 1 согласно эскизу.</p> <p>3. Сверлить 12 отверстий 1 d30.3, выдерживая размеры 2,3 и 4.</p> <p>4. Зенковать 12 отверстий фаской 1×90°.</p> <p>5. Нарезать резьбу в 12 отверстиях 1, выдерживая размер 5.</p> | |

| | | |
|-----|--|--|
| 035 | <p>Фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и снять заготовку. 2. Центровать отверстия 1 и 2 согласно эскизу. 3. Сверлить 4 сквозных отверстия 1 d35.3, выдерживая размеры 3, 4 и 5. 4. Сверлить 6 отверстий 2 d35.4, выдерживая размеры 6,7 и 8. 5. Зенковать отверстия 1 фаской 1×45°. 6. Зенковать отверстия 2 фаской 1×90°. 7. Нарезать резьбу М5-7Н в отверстиях 2. | |
| 040 | <p>Слесарная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Опилиť заусенцы и острые кромки, получаемые после механической обработки. | |
| 045 | <p>Фрезерная с ЧПУ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и снять заготовку. 2. Фрезеровать лыску 1 в размер согласно эскизу. 3. Центровать 9 отверстий 4, 5, 6. 4. Сверлить 2 отверстия 6 d45.4, выдерживая размеры 7, 8 и 9. 5. Сверлить 1 отверстие 4 d45.5, выдерживая размеры 10 и 11. 6. Сверлить 6 отверстий 5 d45.6, выдерживая размеры 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 и 19. 7. Зенковать 1 отверстие 4 фаской 1×45°. 8. Зенковать 6 отверстий 5 фаской 1×90°. 9. Зенковать 2 отверстия 6 фаской | |

| | | |
|-----|--|---|
| | <p>1×90°.</p> <p>10. Нарезать резьбу М4-7Н в 6 отверстиях 5.</p> <p>11. Нарезать резьбу М3-7Н в 2 отверстиях 6 согласно эскизу.</p> |  |
| 050 | <p><u>Слесарная</u></p> <p>1. Опилиť заусенцы и острые кромки, получаемые после механической обработки.</p> | |
| 055 | <p><u>Вертикально-сверлильная</u></p> <p>Установ А</p> <p>1. Установить и закрепить заготовку.</p> <p>2. Сверлить 4 отверстия 1 d 55.2 через кондукторную втулку поочередно, выдерживая размеры согласно эскизу.</p> |  |

| | | |
|-----|---|---|
| | <p>Установ Б.</p> <p>3. Снять кондукторную плиту.</p> <p>4. Зенковать 4 отверстия 1 фаской 1×90° поочередно.</p> <p>5. Нарезать резьбу М4-7Н в 4 отверстиях.</p> <p>6. Снять заготовку.</p> |  |
| 060 | <p><u>Контрольная</u></p> <p>1. Контроль размеров по эскизам.</p> | |
| 065 | <p><u>Промывочная</u></p> <p>1. Промыть деталь.</p> | |
| 070 | <p><u>Нанесение покрытия</u></p> <p>1. Нанести покрытие Ц15хр на внешние поверхности детали.</p> | |
| 075 | <p><u>Консервация</u></p> <p>1. Поверхности Е консервировать смазкой АМС-3 ГОСТ 2712-85.</p> | |

4. Расчет припусков на обработку

Расчет и определение припусков связано с назначением размеров заготовки

Расчет припусков проводится с целью обеспечения требуемой точности и качества поверхности. Припуски назначаются из значений минимально допустимых припусков на обработку.

Заготовка станины сварена из двух предварительно обработанных деталей: корпуса и фланца. Табличные значения R_z и T для заготовки будем принимать для предварительно обработанной детали. При сварке этих деталей, используя кондуктор, могло произойти смещение деталей относительно оси, поэтому погрешность расположения заготовки возьмем равной 250 мкм.

Расчет припусков будем производить путем составления таблиц, в которых будут отражены маршруты обработки поверхности и значения элементов припуска.

4.1. Расчет припусков при обработке наружной поверхности $\varnothing 172h11$

Для удобства расчет припусков производим в виде таблицы 4.1, в которую записываем технологический маршрут обработки поверхности и все значения элементов припуска. Данные таблицы используем для построения графической схемы, а так же для быстрой проверки правильности произведенных расчетов.

Расчет минимальных значений припуска на обработку наружных или внутренних поверхностей тел вращения производится по следующей формуле:

$$2z_{\min.i} = 2 \cdot \left(R_{z,i-1} + T_{i-1} + \sqrt{(\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2)} \right) \quad (4.1)$$

где: $2z_{\min.i}$ – минимальный припуск на диаметр для рассматриваемой обработки, мкм;

$R_{z,i-1}$ – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм;

T_{i-1} – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм;

ρ_{i-1} – погрешность заготовки из-за коробления после предыдущей обработки, мкм;

ε_i – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки).

Значения R_z и T определяем по таблице 1 [2, Приложение 2].

Суммарное значение пространственного отклонения для детали типа тела вращения принимаем равным 250 мкм.

Значение пространственного отклонения заготовки $\rho_3=250$ мкм

Величину остаточного пространственного отклонения после чернового обтачивания принимаем равной 90.

Так как заготовка устанавливается в патрон, определим погрешность установки по формуле:

$$\varepsilon_i = \sqrt{(\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2)} \quad (4.2)$$

где ε_6 - погрешность базирования;

ε_3 – погрешность закрепления.

Погрешность базирования стремится к нулю, так как при установке технологическая база совпадает с конструкторской.

Погрешность закрепления определяем по таблице 1 [2, Приложение 4]

$$\varepsilon_i = 140 \text{ мкм}$$

Далее можно определить значение минимального припуска на обработку по формуле (4.1)

Черновое обтачивание (11 квалитет):

$$2z_{\min.i} = 2 \cdot \left(80 + 100 + \sqrt{(250^2 + 140^2)} \right) = 932 \text{ мкм}$$

Таблица 4.1

Расчет припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам

| Технологические переходы обработки | Элементы припуска, мкм | Расчетный припуск | Рассчитанный размер | Допуск Т, мкм | Предельный размер, мм |
|------------------------------------|------------------------|-------------------|---------------------|---------------|-----------------------|
|------------------------------------|------------------------|-------------------|---------------------|---------------|-----------------------|

| поверхности | | | | | 2z _{min} , МКМ | d _p , ММ | | | |
|-------------------------------|----------------|-----|-----|-----|-------------------------|---------------------|------|------------------|------------------|
| | R _Z | T | ρ | ε | | | | d _{min} | d _{max} |
| Поверхность Ø172h11(0,25) | | | | | | | | | |
| Заготовка (h14) | 80 | 100 | 250 | | | Ø 174h14 | 1000 | 172,93 2 | 173,93 2 |
| Обтачивание черновое (h11) | 50 | 50 | 90 | 140 | 2*466=932 | Ø172h11 | 250 | 171,75 | 172 |

4.2 Расчет припусков при обработке внутренней поверхности диаметром 146Н9

Расчет припусков производим в виде таблицы 4.2, в которую записываем технологический маршрут обработки поверхности и все значения элементов припуска.

Расчет минимальных значений припуска на обработку внутренних поверхностей тел вращения производится по формуле (4.1).

Значения R_z и T для определяем по Приложению 2 [2].

Находим величину остаточного пространственного отклонения после чернового и чистового растачивания через коэффициент остаточного коробления:

$$\rho_1 = k_y \times \rho_3 = 0,06 \times 250 = 15 \text{ мкм};$$

$$\rho_2 = k_y \times \rho_3 = 0,04 \times 250 = 10 \text{ мкм}$$

Заготовка устанавливается в патрон, определим погрешность установки по формуле (5.2). Погрешность базирования стремится к нулю, так как при установке технологическая база совпадает с конструкторской.

$$\varepsilon_i = \sqrt{(\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2)} = 140$$

Далее можно определить значение минимального припуска на обработку.

Черновое растачивание (11 квалитет):

$$2z_{\min.i} = 2 \cdot \left(80 + 100 + \sqrt{(250^2 + 140^2)} \right) = 932 \text{ мкм}$$

Чистовое растачивание (9 квалитет):

$$2z_{\min.i} = 2 \cdot \left(50 + 50 + \sqrt{(15^2 + 0)} \right) = 230 \text{ мкм}$$

Таблица 4.2

Расчет припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам

| Технологические переходы обработки поверхности | Элементы припуска, мкм | | | | Расчетный припуск $2z_{\min}$, мкм | Рассчитанный размер d_p , мм | Допуск Т, мкм | Предельный размер, мм | |
|--|------------------------|-----|--------|---------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------|-----------------------|------------|
| | R_z | T | ρ | ε | | | | d_{\min} | d_{\max} |
| Поверхность Ø146H9 ^(+0,1) | | | | | | | | | |
| Заготовка (H14) | 80 | 100 | 250 | | | Ø 143,5H14 | 1000 | 143,568 | 144,568 |
| Растачивание черновое (H11) | 50 | 50 | 15 | 140 | 2×466=932 | Ø 145,5H11 | 250 | 145,52 | 145,77 |
| Растачивание чистовое (H9) | 20 | 30 | 10 | 0 | 2×115=230 | Ø 146H9 | 100 | 146 | 146,1 |

4.3. Расчет припусков при обработке станины по длине

Расчет припусков производим в виде таблицы 4.3.1, в которую записываем технологический маршрут обработки и все значения элементов припуска.

Расчет минимальных значений припусков для поверхностей не тел вращения производим по формуле:

$$z_{\min i} = R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i, \quad (4.3)$$

Значения R_z и T определяем по Приложению 2 [2].

$$\rho = 250 \text{ мкм.}$$

$$\rho_1 = k_y \times p_{i-1} = 0,06 \times 250 = 15 \text{ мкм}$$

$$z_{\min i} = 80 + 100 + 250 + 140 = 570 \text{ мкм}$$

Таблица 4.3.1

Расчет припусков на обработку и предельных размеров по технологическим переходам

| Технологические переходы обработки поверхности | Элементы припуска, мкм | | | | Расчетный припуск Z_{\min} , мкм | Рассчитанный размер l_p , мм | Допуск T , мкм | Предельный размер, мм | |
|--|------------------------|-----|--------|---------------|------------------------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------|------------|
| | R_Z | T | ρ | ε | | | | l_{\min} | l_{\max} |
| Поверхность 239h11(-0,29) | | | | | | | | | |
| Заготовка (h14) | 80 | 100 | 250 | | | 241,7h12 | 1150 | 240,57 | 241,72 |
| Обтачивание правого | 50 | 50 | 15 | 140 | 570 | 240h12 | 460 | 239,57 | 240,03 |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------|----|----|----|-----|-----|--------|-----|--------|-----|
| торца (h12) | | | | | | | | | |
| Обтачивание левого торца (h11) | 50 | 50 | 15 | 140 | 570 | 239h11 | 290 | 238,71 | 239 |

Аналогичным образом можно рассчитать припуски в осевом направлении и свести их в таблицу 4.3.2

Таблица 4.3.2

Расчет припусков на обработку

| Технологические переходы обработки поверхности | Элементы припуска, мкм | | | | Расчетный припуск Z_{min} , мм |
|--|------------------------|-----|--------|---------------|----------------------------------|
| | R_z | T | ρ | ε | |
| Поверхность 7 _(-0,36) | | | | | |
| Заготовка | 80 | 100 | 250 | | |
| Предварительное растачивание | 50 | 50 | 15 | 140 | 0,57 |
| Окончательное растачивание | 15 | 20 | | 0 | 0,115 |
| Поверхность 165 _(-0,26) | | | | | |
| Заготовка | 80 | 100 | 250 | | |
| Предварительное растачивание | 50 | 50 | 15 | 140 | 0,57 |
| Окончательное растачивание | 15 | 20 | | 0 | 0,115 |
| Поверхность 12 _(-0,43) | | | | | |
| Заготовка | 80 | 100 | 250 | | |
| Предварительное растачивание | 50 | 50 | 15 | 140 | 0,57 |
| Поверхность 17 $\pm 0,1$ | | | | | |
| Заготовка | 80 | 100 | 250 | | |
| Предварительное растачивание | 50 | 50 | 15 | 140 | 0,57 |
| Окончательное растачивание | 15 | 20 | 1 | 0 | 0,115 |
| Поверхность 221 _{-0,25} | | | | | |
| Заготовка | 80 | 100 | 250 | | |
| Черновое точение | 50 | 50 | 15 | 140 | 0,57 |

5. Расчет технологических размеров

Расчет диаметральных технологических размеров выполняем из условия обеспечения минимальных припусков на обработку. Расчет определяем из размерного анализа технологического процесса обработки. Составляем размерные схемы для соответствующих диаметров.

5.1 Расчет технологических размеров при обработке диаметра 172h11

Вычерчиваем размерную цепь при обработке наружной поверхности диаметром 172h11 ($-0,25$) (рис. 5.1).

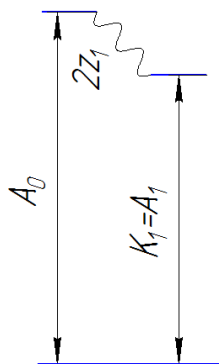


Рис. 5.1 Размерная цепь для расчета технологических размеров при обработке наружной поверхности $\phi 172h11$.

Технологический размер A_1 должен быть равен конструкторскому K_1 , т.е. $A_1 = K_1 = 172h11(-0,25)$ мм, принятый технологический размер после черновой обработки выдерживается непосредственно.

5.2 Расчет технологических размеров при обработке отверстия диаметром 146h9

Вычерчиваем размерную цепь, соответствующую обработке отверстия.

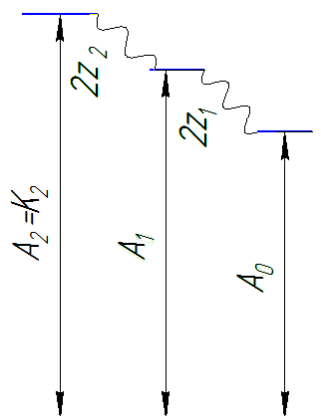


Рис. 5.2 Размерная цепь для расчета технологических размеров при обработке отверстия $\phi 146H9$.

Находим технологический размер A_1 :

$$2Z_{2\min} = A_{2\min} - A_{1\max}$$

$$A_{1\max} = A_{2\min} - 2Z_{2\min} = 146 - 0,23 = 145,77 \text{ мм}$$

$$A_{1\min} = A_{1\max} - TA_1 = 145,77 - 0,25 = 145,52 \text{ мм}$$

$$A_{1\text{расч}} = 145,52^{+0,25} \text{ мм} \text{ – после чернового растачивания.}$$

Округляем номинальный размер с точностью до десятых долей миллиметра:

$A_1 = 145,5H11^{(+0,25)}$ – принятый технологический размер, получаемый после чернового растачивания.

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска:

$$2Z_{2\min} = A_{2\min} - A_{1\max} = 146 - 145,52 = 0,48 \text{ мм}$$

$$2Z_{2\max} = A_{2\max} - A_{1\min} = 146,1 - 145,52 = 0,58 \text{ мм}$$

Находим технологический размер A_0 (диаметр отверстия в заготовке), используя размерную цепь.

$$2Z_{1\min} = A_{1\min} - A_{0\max}$$

$$A_{0\max} = A_{1\min} - 2Z_{1\min} = 145,5 - 0,932 = 144,568 \text{ мм}$$

$$A_{0\min} = A_{0\max} - TA_0 = 144,568 - 1 = 143,568 \text{ мм}$$

$$A_{0\text{расч}} = 143,568^{+1} \text{ мм}$$

Принимаем диаметр отверстия в заготовке $A_0 = 143,5H14^{(+1)}$ мм.

Пересчитываем величины припусков:

$$2Z_{1\min} = A_{1\min} - A_{0\max} = 145,52 - 144,568 = 0,952 \text{ мм}$$

$$2Z_{1\max} = A_{1\max} - A_{0\min} = 145,77 - 143,568 = 2,202 \text{ мм}$$

5.3. Расчет технологических размеров при обработке станины по длине 239h11. Вычерчиваем размерную цепь, получающуюся при обработке по длине (рис.6.3).

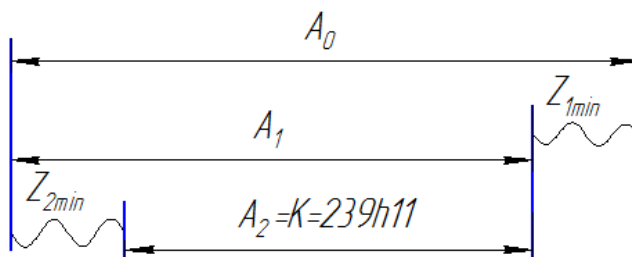


Рис. 5.3. Размерная цепь для расчета технологических размеров по длине 239h11.

Находим технологический размер A_1 , используя размерную цепь:

$$Z_{2min} = A_{1min} - A_{2max}$$

$$A_{1min} = A_{2max} + Z_{2min} = 239 + 0,57 = 239,57 \text{ мм}$$

$$A_{1max} = A_{1min} + TA_1 = 239,57 + 0,46 = 240,03 \text{ мм}$$

$$A_{1расч.} = 240,03_{-0,46} \text{ мм} - \text{после подрезки правого торца.}$$

Принимаем $A_1 = 240,1_{-0,46}$ мм – принятый технологический размер, получаемый после подрезки правого торца станины.

Находим технологический размер A_0 (длину заготовки) используя размерную цепь:

$$Z_{1min} = A_{0min} - A_{1max}$$

$$A_{0min} = A_{1max} + Z_{1min} = 240,03 + 0,57 = 240,6 \text{ мм}$$

$$A_{0max} = A_{0min} + TA_0 = 240,6 + 1,15 = 241,75 \text{ мм}$$

$$A_{0расч.} = 241,75_{-1,15} \text{ мм.}$$

Принимаем $A_0 = 241,8h11_{(-1,15)}$ мм – длина заготовки.

Пересчитываем величины наименьшего и наибольшего припуска при точении правого и левого торца:

$$Z_{1min} = A_{0min} - A_{1max} = 240,6 - 240,03 = 0,57 \text{ мм}$$

$$Z_{1max} = A_{0max} - A_{1min} = 241,75 - 239,57 = 2,18 \text{ мм}$$

6. Размерный анализ технологического процесса

Размерный анализ позволяет оценить качество технологического процесса, определить, будут ли обеспечиваться конструкторские размеры, непосредственно не выдерживаемые при обработке, так же найти предельные значения припусков на обработку. Исходными данными являются чертеж детали, чертеж заготовки и технологический процесс изготовления детали.

Для расчета строится размерная схема технологического процесса изготовления станины в продольном направлении (рис. 7.1.) и граф технологических размерных цепей (рис. 7.2), который облегчает их выявление.

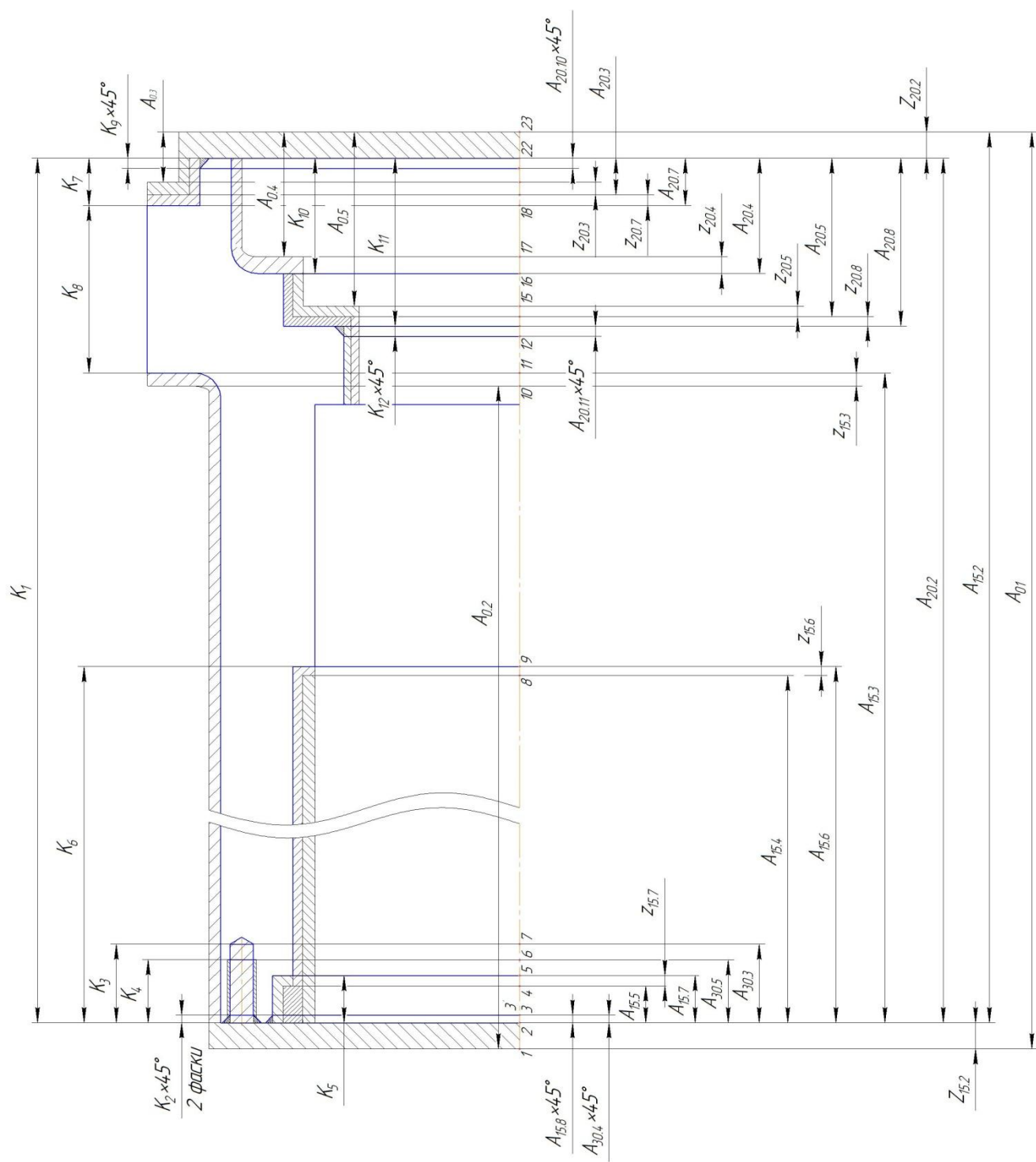


Рис. 6.1. Размерная схема технологического процесса.

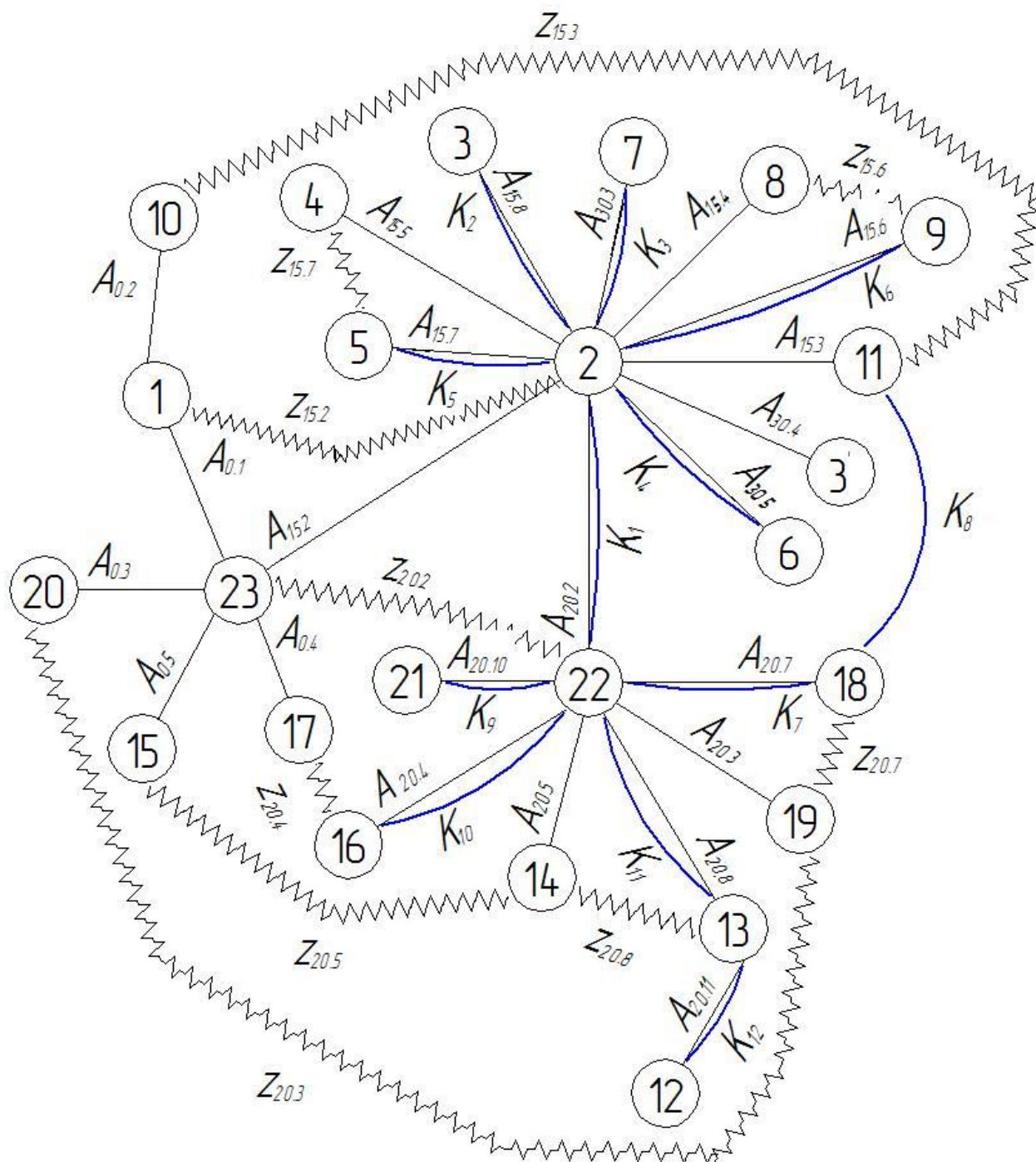


Рис. 6.2 Граф технологических размерных цепей.

При размерном анализе техпроцессов в большинстве случаев используется расчет методом «максимум-минимум». Основные расчетные уравнения этого метода следующие: уравнение номинальных размеров (звеньев) –

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^m A_i^{\rightarrow} - \sum_{i=n}^n A_i^{\leftarrow}, \quad (6.1)$$

где A_{Δ} - номинальный размер замыкающего звена размерной цепи A ;

A_i – номинальный размер i -го составляющего звена размерной цепи A ;

m – число увеличивающих звеньев;

n – число уменьшающих звеньев размерной цепи.

Составляющими звеньями обычно являются технологические размеры, которые указаны в технологической документации (размеры исходной заготовки, все размеры, получаемые при механической обработке). Технологические размеры могут совпадать с размерами, указанными на чертеже, т.е. с конструкторскими размерами. Тогда конструкторские размеры будут выдерживаться непосредственно, и в расчете технологических размеров нет необходимости.

В нашей размерной схеме выдерживаются следующие конструкторские размеры:

$$K_1 = A_{20.2} = 239_{-0.25} \text{ мм}$$

$$K_2 = A_{15.8} = A_{30.4} = 1 \pm 0,1 \times 45^\circ \text{ мм}$$

$$K_3 = A_{30.3} = 15 \pm 0,075 \text{ мм}$$

$$K_4 = A_{30.5} = 12 \pm 0,05 \text{ мм}$$

$$K_5 = A_{15.7} = 7 \pm 0,085 \text{ мм}$$

$$K_6 = A_{15.6} = 165 \pm 0,125 \text{ мм}$$

$$K_7 = A_{20.7} = 4 \pm 0,085 \text{ мм}$$

$$K_9 = A_{20.10} = 1 \pm 0,1 \times 45^\circ$$

$$K_{10} = A_{20.4} = 12 \pm 0,125 \text{ мм}$$

$$K_{11} = A_{20.8} = 17 \pm 0,085 \text{ мм}$$

$$K_{12} = A_{20.11} = 1 \pm 0,1 \times 45^\circ \text{ мм}$$

Размер K_8 не выдерживается непосредственно, поэтому необходимо выявить размерную цепь, в которую входит рассматриваемый конструкторский размер и технологические размеры, необходимые для его выполнения. В этом случае замыкающими звеньями являются конструкторские размеры, но могут быть и припуски на обработку. Поскольку для конструкторского размера заданы номинальный размер и отклонения, то такие замыкающие размеры называются исходными, т.е. исходя из них требуется рассчитать номинальные

размеры и отклонения технологических размеров. Последовательно рассматриваем размерные цепи с одним неизвестным технологическим размером и рассчитываем номинальный размер и отклонения этого звена. Если неизвестных размеров несколько, то рассчитываем допуски на неизвестные размеры, а затем задаем номинальные размеры и отклонения на все неизвестные технологические размеры кроме одного, относительно которого и будет делаться решение.

Построим размерную цепь для определения размера $A_{15.3}$ рис. 6.3.

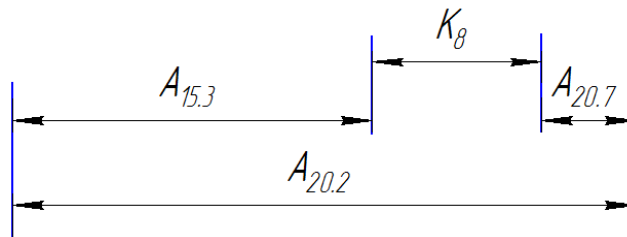


Рис. 6.3 Размерная цепь для расчета технологического размера $A_{15.3}$

Находим размер $A_{15.3}$:

Расчет начнем с проверки условия:

$$TK_i \geq \sum TA_i$$

Для размера K_8 : $TK_8 \geq TA_{20.7} + TA_{20.2} + TA_{15.3}$

$$TA_{15.3} = TK_8 - (TA_{20.2} + TA_{20.7})$$

$$TA_{15.3} = 0,43 - (0,25 + 0,17) = -0,01 \text{ мкм}$$

Условие не выполняется, тогда уменьшаем допуск $TA_{20.7}$ до 11 квалитета.

Получаем:

$$TA_{15.3} = 0,43 - (0,25 + 0,075) = 0,105 \text{ мкм}$$

$$K_8^c = A_{20.2}^c - A_{15.3}^c - A_{20.7}^c$$

$$K_8^c = K_8 + \frac{BOK_8 + HOK_8}{2} = 14 + \frac{0,215 - 0,215}{2} = 14 \text{ мм}$$

$$A_{20.2}^c = A_{20.2} + \frac{BOA_{20.2} + HOA_{20.2}}{2} = 239 + \frac{0 - 0,25}{2} = 238,875 \text{ мм}$$

$$A_{20.7}^c = A_{20.7} + \frac{BOA_{20.7} + HOA_{20.7}}{2} = 4 + \frac{0,0375 - 0,0375}{2} = 4 \text{ мм}$$

$$A_{15.3}^c = A_{20.2}^c - A_{20.7}^c - K_8^c = 238,875 - 4 - 14 = 220,875 \text{ мм}$$

$A_{15.3}=220,875\pm0,05$ мм. После округления получим $A_{15.3}=220,8\pm0,05$ мм

Находим размер $A_{15.5}$:

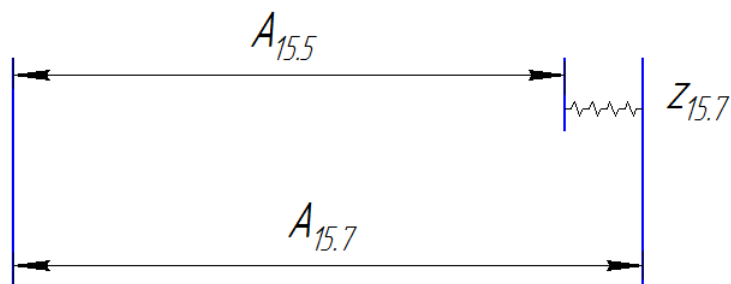


Рис. 6.4 Размерная цепь для определения размера $A_{15.5}$

$$z_{15.7}^c = A_{15.7}^c - A_{15.5}^c$$

$$z_{15.7}^c = z_{15.7min} + \frac{TA_{15.7} + TA_{15.5}}{2} = 0,145 + \frac{0,17 + 0,25}{2} = 0,355 \text{ мм}$$

$$A_{15.7}^c = A_{15.7} + \frac{BOA_{15.7} - НОA_{15.7}}{2} = 7 + \frac{0,085 - 0,085}{2} = 7 \text{ мм}$$

$$A_{15.5}^c = A_{15.7}^c - z_{15.7}^c = 7 - 0,355 = 6,645 \text{ мм}$$

Таким образом, получаем $A_{15.5}=6,6\pm0,125$ мм.

Находим размер $A_{15.2}$:

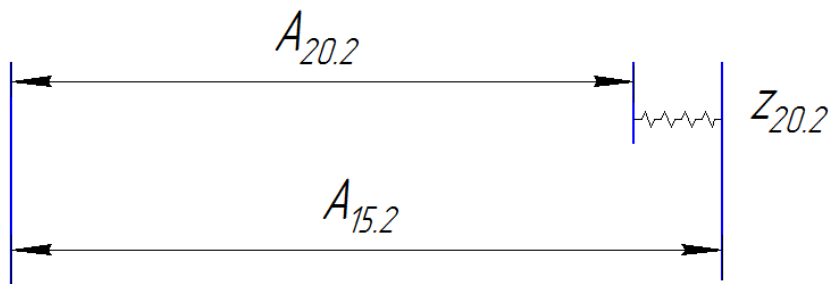


Рис. 6.5 Размерная цепь для определения размера $A_{15.2}$

$$z_{20.2}^c = A_{15.2}^c - A_{20.2}^c$$

$$z_{20.2}^c = z_{20.2min} + \frac{TA_{15.2} + TA_{20.2}}{2} = 0,57 + \frac{0,25 + 0,25}{2} = 0,82 \text{ мм}$$

$$A_{20.2}^c = A_{20.2} + \frac{BOA_{20.2} - НОA_{20.2}}{2} = 239 + \frac{0 - 0,25}{2} = 238,875 \text{ мм}$$

$$A_{15.2}^c = A_{20.2}^c + z_{20.2}^c = 238,875 + 0,82 = 239,695 \text{ мм}$$

Таким образом получаем $A_{15.2}=239,695\pm0,125$ мм. После округления получим $A_{15.2}=239,7_{-0,25}$ мм.

Находим размер $A_{15.4}$:

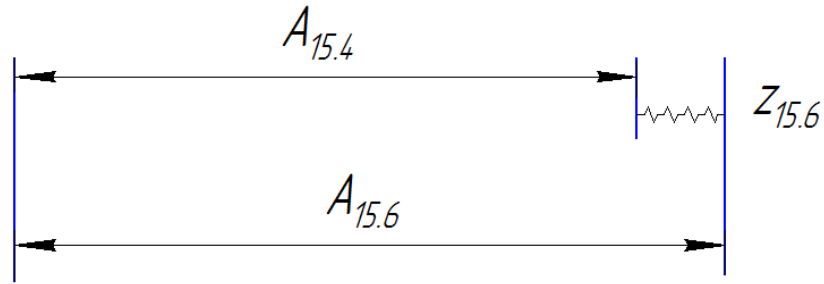


Рис. 6.6 Размерная схема для определения размера $A_{15.4}$

$$z_{15.6}^c = A_{15.6}^c - A_{15.4}^c$$

$$z_{15.6}^c = z_{15.6min} + \frac{TA_{15.6} + TA_{15.4}}{2} = 0,115 + \frac{0,25 + 0,17}{2} = 0,325 \text{ мм}$$

$$A_{15.6}^c = A_{15.6} + \frac{BOA_{15.6} - HOA_{15.6}}{2} = 165 + \frac{0,125 - 0,125}{2} = 165 \text{ мм}$$

$$A_{15.4}^c = A_{15.6}^c - z_{15.6}^c = 165 - 0,325 = 164,675 \text{ мм}$$

Таким образом получаем $A_{15.4}=164,675\pm0,085$ мм. После округления получим $A_{15.4}=164,7\pm0,085$ мм.

Находим размер $A_{20.5}$ из следующей размерной схемы:

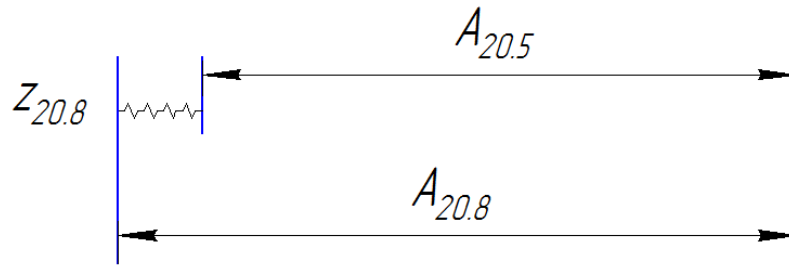


Рис. 6.7 Размерная схема для определения технологического размера $A_{20.5}$

$$z_{20.8}^c = A_{20.8}^c - A_{20.5}^c$$

$$z_{20.8}^c = z_{20.8min} + \frac{TA_{20.8} + TA_{20.5}}{2} = 0,115 + \frac{0,17 + 0,25}{2} = 0,325 \text{ мм}$$

$$A_{20.8}^c = A_{20.8} + \frac{BOA_{20.8} - HOA_{20.8}}{2} = 17 + \frac{0,085 - 0,085}{2} = 17 \text{ мм}$$

$$A_{20.5}^c = A_{20.8}^c - z_{20.8}^c = 17 - 0,325 = 16,675 \text{ мм}$$

Таким образом получаем $A_{20.5}=16,675\pm0,125$ мм. После округления получим $A_{20.5}=16,6\pm0,125$ мм.

Находим размер $A_{20.3}$:

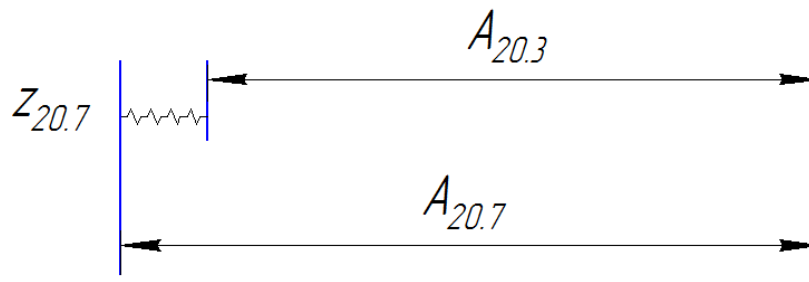


Рис. 6.8 Размерная схема для определения размера $A_{20.3}$

$$z_{20.7}^c = A_{20.7}^c - A_{20.3}^c$$

$$z_{20.7}^c = z_{20.7min} + \frac{TA_{20.7} + TA_{20.3}}{2} = 0,115 + \frac{0,075 + 0,25}{2} = 0,277 \text{ мм}$$

$$A_{20.7}^c = A_{20.7} + \frac{BOA_{20.7} - HOA_{20.7}}{2} = 4 + \frac{0,0525 - 0,0525}{2} = 4 \text{ мм}$$

$$A_{20.3}^c = A_{20.7}^c - z_{20.7}^c = 4 - 0,277 = 3,723 \text{ мм}$$

Таким образом, получаем $A_{20.3}=3,723\pm0,125$ мм. После округления получим $A_{20.3}=3,7\pm0,125$ мм.

Найдем размер $A_{0.1}$:

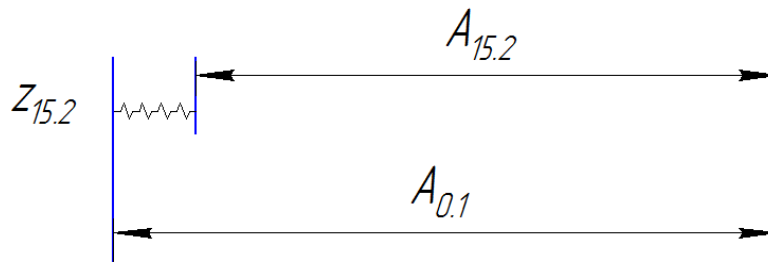


Рис. 6.9 Размерная схема для определения $A_{0.1}$

$$z_{15.2}^c = A_{0.1}^c - A_{15.2}^c$$

$$z_{15.2}^c = z_{15.2min} + \frac{TA_{15.2} + TA_{0.1}}{2} = 0,57 + \frac{0,25 + 0,4}{2} = 0,895 \text{ мм}$$

Значение размера $A_{15.2}$ определили ранее.

$$A_{15.2}^c = A_{15.2} + \frac{BOA_{15.2} - HOA_{15.2}}{2} = 239,7 + \frac{0 - 0,25}{2} = 239,575 \text{ мм}$$

$$A_{0.1}^c = A_{15.2}^c + z_{15.2}^c = 239,575 + 0,895 = 240,47 \text{ мм}$$

Таким образом, получаем $A_{0.1}=240,37\pm0,2$ мм. После округления получим $A_{0.1}=240,5_{-0,4}$ мм.

Находим размер $A_{0.2}$:

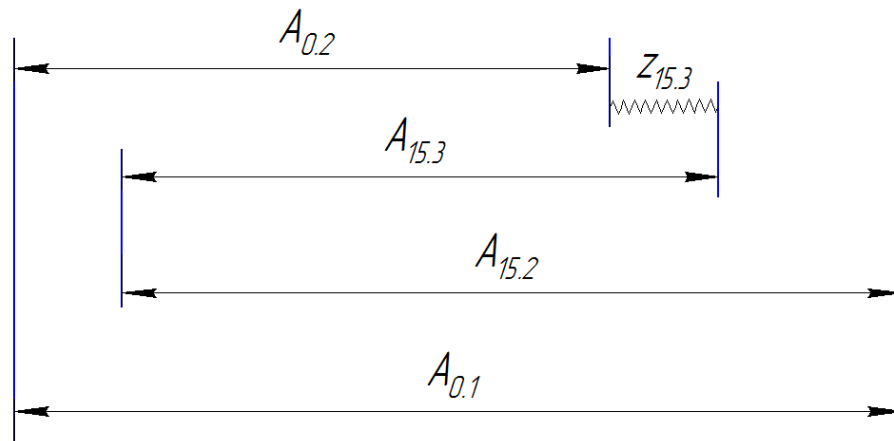


Рис. 6.10 Размерная схема для определения размера $A_{0.2}$

$$z_{15.3}^c = A_{15.3}^c + A_{0.1}^c - A_{15.2}^c - A_{0.2}^c$$

$$z_{15.3}^c = z_{15.3min} + \frac{TA_{15.2} + TA_{0.1} + TA_{15.3} + TA_{0.2}}{2}$$

$$= 0,57 + \frac{0,25 + 0,4 + 0,25 + 0,3}{2} = 1,17 \text{ мм}$$

$$A_{0.1}^c = 240,3 \text{ мм}$$

$$A_{15.2}^c = 239,575 \text{ мм}$$

$$A_{15.3}^c = 220,9 \text{ мм}$$

$$A_{0.2}^c = A_{15.3}^c + A_{0.1}^c - A_{15.2}^c - z_{15.3}^c = 220,9 + 240,3 - 239,575 - 1,17$$

$$= 220,655 \text{ мм}$$

Таким образом, получаем $A_{0.2}=220,655\pm0,15$ мм. После округления получим $A_{0.2}=220,6\pm0,125$ мм.

Найдем размер $A_{0.3}$:

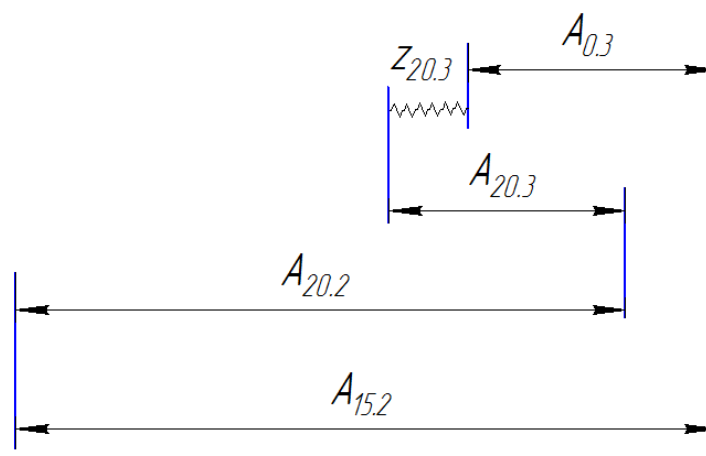


Рис. 6.11 Размерная схема для определения размера $A_{0.3}$

$$z_{20.3}^c = A_{20.3}^c + A_{15.2}^c - A_{20.2}^c - A_{0.3}^c$$

$$z_{20.3}^c = z_{20.3min} + \frac{TA_{15.2} + TA_{0.3} + TA_{20.3} + TA_{20.2}}{2}$$

$$= 0,57 + \frac{0,25 + 0,3 + 0,25 + 0,25}{2} = 1,095 \text{ мм}$$

$$A_{15.2}^c = 239,575 \text{ мм}$$

$$A_{20.3}^c = 3,7 \text{ мм}$$

$$A_{20.2}^c = 238,875 \text{ мм}$$

$$A_{0.3}^c = A_{20.3}^c + A_{15.2}^c - A_{20.2}^c - z_{20.3}^c = 3,7 + 239,575 - 238,875 - 1,095 = 3,305 \text{ мм}$$

Таким образом получаем $A_{0.3}=3,305\pm0,15$ мм. После округления получим $A_{0.3}=3,3\pm0,15$ мм.

Найдем размер $A_{0.4}$:

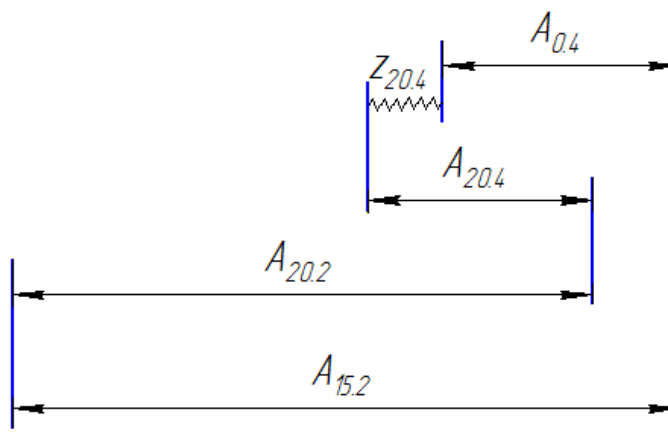


Рис. 6.12 Размерная схема для определения размера $A_{0.4}$

$$z_{20.4}^c = A_{20.4}^c + A_{15.2}^c - A_{20.2}^c - A_{0.4}^c$$

$$z_{20.4}^c = z_{20.4min} + \frac{TA_{15.2} + TA_{0.4} + TA_{20.4} + TA_{20.2}}{2}$$

$$= 0,57 + \frac{0,25 + 0,3 + 0,25 + 0,25}{2} = 1,095 \text{ мм}$$

$$A_{15.2}^c = 239,575 \text{ мм}$$

$$A_{20.4}^c = 12 \text{ мм}$$

$$A_{20.2}^c = 238,875 \text{ мм}$$

$$A_{0.4}^c = A_{20.4}^c + A_{15.2}^c - A_{20.2}^c - z_{20.4}^c = 12 + 239,575 - 238,875 - 1,095$$

$$= 11,605 \text{ мм}$$

Таким образом получаем $A_{0.4}=11,605\pm0,125$ мм. После округления получим $A_{0.4}=11,6\pm0,125$ мм.

Находим размер $A_{0.5}$:

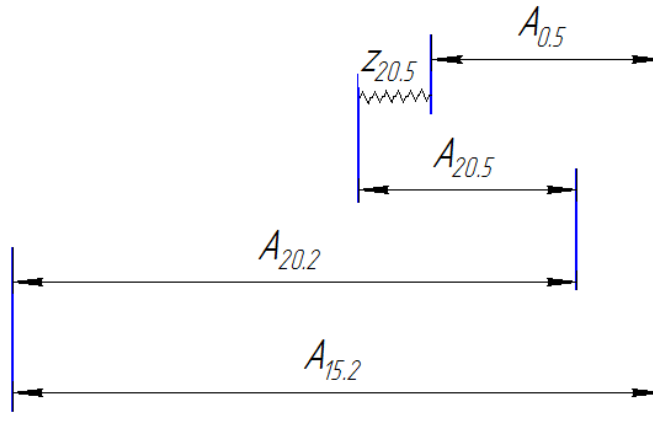


Рис. 6.13 Размерная схема для определения размера $A_{0.5}$

$$z_{20.5}^c = A_{20.5}^c + A_{15.2}^c - A_{20.2}^c - A_{0.5}^c$$

$$z_{20.5}^c = z_{20.5min} + \frac{TA_{15.2} + TA_{0.5} + TA_{20.5} + TA_{20.2}}{2}$$

$$= 0,57 + \frac{0,25 + 0,3 + 0,25 + 0,25}{2} = 1,095 \text{ мм}$$

$$A_{15.2}^c = 239,575 \text{ мм}$$

$$A_{20.5}^c = 17 \text{ мм}$$

$$A_{20.2}^c = 238,875 \text{ мм}$$

$$A_{0.4}^c = A_{20.4}^c + A_{15.2}^c - A_{20.2}^c - z_{20.4}^c = 17 + 239,575 - 238,875 - 1,095$$

$$= 16,605 \text{ мм}$$

Таким образом получаем $A_{0,5}=16,605\pm0,125$ мм. После округления получим $A_{0,5}=16,6\pm0,125$ мм.

7. Расчет режимов резания

7.1. Токарная операция с ЧПУ: обтачивание поверхности $\varnothing 172h11$ (черновая)
Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, стр. 116] – Т15К6.

Подбираем резец проходной прямой с пластиной из твердого сплава 2100-0211 Т15К6 ГОСТ18878-73.

1. Глубина резания, t при черновом точении, принимается равной припуску на обработку, $Z^C = t = 0,778$ мм.

2. Подача при черновом точении принимается максимальной, для чернового наружного точения определяем по таблице 11 [3, стр.266.]. $s = 1,3$ мм/об.

3. Скорость резания при наружном продольном точении рассчитывают по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_v, \quad (7.1)$$

Период стойкости инструмента принимаем равный $T = 30$ мин. Значения коэффициента C_v и показателей степени x , y и m определяем по таблице 17 [3, стр 269.]:

$C_v = 340$, $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,20$

Коэффициент $K_v = K_{MV} K_{PV} K_{IV}$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{PV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Коэффициенты определяем по таблицам 1- 6 [3, стр261].

$$K_{MV} = K_\Gamma \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (7.2)$$

Значение коэффициента K_Γ и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 20 берем из таблицы 2 [4, с.262]:

$$K_{MV} = 1 \left(\frac{750}{420} \right)^1 = 1,79$$

$K_{PV} = 0,9$; $K_{IV} = 1$

$$K_v = 1,79 \times 0,9 \times 1 = 1,611$$

Все составляющие известны, теперь можем определить скорость резания:

$$v = \frac{340}{30^{0,2} \times 0,778^{0,15} \times 1,3^{0,45}} \times 1,611 = 256 \text{ м/мин}$$

4. Рассчитываем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 256}{3,14 \times 172} = 474 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

В техническом паспорте станка смотрим ближайшее значение оборотов шпинделя и принимаем его.

$$n_{\text{ст}} = 500 \text{ об/мин.}$$

5. Рассчитываем действительную скорость резания при оборотах шпинделя станка:

$$V = \frac{\pi \times d \times n_{\text{ст}}}{1000} = \frac{3,14 \times 172 \times 500}{1000} = 274,7 \text{ м/мин}$$

6. Рассчитываем силы резания. При наружном продольном точении эти составляющие определяют по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p \quad (7.3)$$

где C_p – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;
 K_p – поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{Rp}, \quad (7.4)$$

где K_{Mp} - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания.

$K_{\varphi p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане φ на силу резания;

$K_{\gamma p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания;

$K_{\lambda p}$ - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λ на силу резания;

K_{Rp} - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания;

Мы определим только главную составляющую силы резания P_z .

Коэффициенты определим по таблице 22 [3, стр. 273]:

$$C_p = 300; \quad x = 1,0; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15$$

Поправочный коэффициент определяем, используя таблицы 9 и 23 [3стр.264]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{420}{750} \right)^{0,75} = 0,647.$$

$$K_{\varphi P} = 1; \quad K_{\gamma P} = 1; \quad K_{\lambda P} = 1; \quad K_{rP} = 0,93.$$

$$K_P = 0,6$$

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,778^1 \times 1,3^{0,75} \times 274,7^{-0,15} \times 0,6 = 734 \text{ Н}$$

7. Рассчитаем мощность по формуле:

$$N = \frac{P_z \times v}{1020 \times 60} = \frac{734 \times 274,7}{1020 \times 60} = 3,29 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{3,29}{0,8} = 4,11 \text{ кВт.}$$

Поскольку значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем $\eta = 0,8$.

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$4,11 \leq 8,8$$

где $N_{ст}$ – мощность электродвигателя главного привода станка.

7.2 Токарная операция с ЧПУ: растачивание поверхности $\varnothing 146h9$ (черновая)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т15К6.

Подбираем резец расточной 2140-0009 Т15К6 ГОСТ18882-73, с углом в плане $\varphi=60^\circ$ ГОСТ 18882-73.

1. Глубина резания при черновом точении принимается равной припуску на обработку, $Z^C_{=t}=0,785 \text{ мм}$.

2. Подача при черновом растачивании принимается максимальной, для чернового растачивания определяем по таблице 12 [3, стр.267.]. $s=0,5 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания при растачивании рассчитывают по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем равный $T=30$ мин. Значения коэффициента C_v и показателей степени x , y и m определяем по таблице 17 [3, стр 269.]:

$$C_v=350, x=0,15; y=0,35; m=0,20$$

$$\text{Коэффициент } K_v = K_{MV} K_{ПV} K_{ИV}$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПV}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИV}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Коэффициенты определяем по таблицам 1- 6 [3, стр261].

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 20 берем из таблицы 2 [4, с.262]:

$$K_{MV} = 1 \left(\frac{750}{420} \right)^1 = 1,79$$

$$K_{ПV}=0,9; K_{ИV}=1$$

$$K_v = 1,79 \times 0,9 \times 1 = 1,611$$

Все составляющие известны, теперь можем определить скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \times 0,785^{0,15} \times 0,5^{0,3}} \times 1,611 = 365 \text{ м/мин}$$

4. Рассчитываем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 365}{3,14 \times 146} = 796 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

В техническом паспорте станка смотрим ближайшее значение оборотов шпинделя и принимаем его.

$$n_{\text{ст}} = 800 \text{ об/мин.}$$

5. Рассчитываем действительную скорость резания при оборотах шпинделя станка:

$$V = \frac{\pi \times d \times n_{\text{ст}}}{1000} = \frac{3,14 \times 146 \times 800}{1000} = 366,7 \text{ м/мин}$$

6. Рассчитываем силы резания. При растачивании эти составляющие определяют по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p$$

где C_p – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;
 K_p – поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{Rp}, \quad (6.4)$$

где K_{Mp} - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания.

$K_{\varphi p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане φ на силу резания;

$K_{\gamma p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания;

$K_{\lambda p}$ - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λ на силу резания;

K_{Rp} - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания;

Мы определим только главную составляющую силы резания P_z .

Коэффициенты определим по таблице 22 [3, стр. 273]:

$$C_p = 300; \quad x = 1,0; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15$$

Поправочный коэффициент определяем, используя таблицы 9 и 23 [3стр.264]:

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{420}{750} \right)^{0,75} = 0,647.$$

$$K_{\varphi p} = 0,94; \quad K_{\gamma p} = 1; \quad K_{\lambda p} = 1; \quad K_{Rp} = 0,93.$$

$$K_p = 0,647 \times 0,94 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,566$$

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,785^1 \times 0,5^{0,75} \times 366,7^{-0,15} \times 0,566 = 327 \text{ Н}$$

7. Рассчитаем мощность по формуле:

$$N = \frac{P_z \times v}{1020 \times 60} = \frac{327 \times 366,7}{1020 \times 60} = 1,96 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,96}{0,8} = 2,45 \text{ кВт.}$$

Поскольку значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем $\eta = 0,8$.

Проверка по мощности:

$$N_{\text{пр}} \leq N_{\text{ст}} \cdot \eta;$$

$$2,45 \leq 8,8$$

где $N_{\text{ст}}$ – мощность электродвигателя главного привода станка.

7.3 Токарная операция с ЧПУ: растачивание поверхности $\varnothing 146h9$ (чистовая)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – T15K6.

Подбираем резец расточной 2140-0009 T15K6 ГОСТ18882-73, с углом в плане $\varphi=60^\circ$ ГОСТ 18882-73.

1. Глубина резания при чистовом точении припуск срезается за 2 раза и более, $t=0,132$ мм.

2. Подача при чистовом растачивании принимается в зависимости от шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца по таблице 1 [3, стр.267.]. $s=0,42$ мм/об.

3. Скорость резания при растачивании рассчитывают по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем равный $T=30$ мин. Значения коэффициента C_v и показателей степени x , y и m определяем по таблице 17 [3, стр 269.]:

$C_v=350$, $x=0,15$; $y=0,35$; $m=0,20$

Коэффициент $K_v=K_{MV}K_{PV}K_{NV}$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$ – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;
 $K_{ИВ}$ – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.
 Коэффициенты определяем по таблицам 1- 6 [3, стр261].

$$K_{МВ} = K_{Г} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

Значение коэффициента $K_{Г}$ и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 20 берем из таблицы 2 [4, с.262]:

$$K_{МВ} = 1 \left(\frac{750}{420} \right)^1 = 1,79$$

$$K_{ПВ}=0,9; K_{ИВ}=1$$

$$K_v = 1,79 \times 0,9 \times 1 = 1,611$$

Все составляющие известны, теперь можем определить скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \times 0,132^{0,15} \times 0,42^{0,3}} \times 1,611 = 502 \text{ м/мин}$$

4. Рассчитываем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 502}{3,14 \times 146} = 1095 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

В техническом паспорте станка смотрим ближайшее значение оборотов шпинделя и принимаем его.

$$n_{ст} = 1100 \text{ об/мин.}$$

5. Рассчитываем действительную скорость резания при оборотах шпинделя станка:

$$V = \frac{\pi \times d \times n_{ст}}{1000} = \frac{3,14 \times 146 \times 1100}{1000} = 504,3 \text{ м/мин}$$

6. Рассчитываем силы резания. При растачивании эти составляющие определяют по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p$$

где C_p – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;
 K_p – поправочный коэффициент.

$$K_P = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{Rp}, \quad (6.4)$$

где K_{Mp} - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания.

$K_{\varphi p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане φ на силу резания;

$K_{\gamma p}$ - коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания;

$K_{\lambda p}$ - коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λ на силу резания;

K_{Rp} - коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания;

Мы определим только главную составляющую силы резания P_z .

Коэффициенты определим по таблице 22 [3, стр. 273]:

$$C_p = 300; \quad x = 1,0; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15$$

Поправочный коэффициент определяем, используя таблицы 9 и 23 [3стр.264]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{420}{750} \right)^{0,75} = 0,647.$$

$$K_{\varphi p} = 0,94; \quad K_{\gamma p} = 1; \quad K_{\lambda p} = 1; \quad K_{Rp} = 0,93.$$

$$K_p = 0,647 \times 0,94 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,566$$

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,132^1 \times 0,42^{0,75} \times 504,3^{-0,15} \times 0,566 = 46 \text{ Н}$$

7. Рассчитаем мощность по формуле:

$$N = \frac{P_z \times v}{1020 \times 60} = \frac{46 \times 504,3}{1020 \times 60} = 0,4 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,4}{0,8} = 0,5 \text{ кВт.}$$

Поскольку значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем $\eta = 0,8$.

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$0,5 \leq 8,8$$

где $N_{ст}$ – мощность электродвигателя главного привода станка.

7.4. Токарная операция с ЧПУ: подрезка торца заготовки (черновая)

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, стр. 116] – Т15К6.

Подбираем резец подрезной отогнутый с пластиной из твердого сплава 2112-0005 Т15К6 ГОСТ18880-73.

1. Глубина резания, t при черновом точении, принимается равной припуску на обработку, $Z^C = t = 1,375$ мм.

2. Подача при черновом точении принимается максимальной, для чернового точения определяем по таблице 11 [3, стр.266.]. $s = 1,3$ мм/об.

3. Скорость резания при поперечном точении рассчитывают по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times s^y} \times K_v,$$

Период стойкости инструмента принимаем равный $T = 30$ мин. Значения коэффициента C_v и показателей степени x , y и m определяем по таблице 17 [3, стр 269.]:

$C_v = 340$, $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,20$

Коэффициент $K_v = K_{MV} K_{PV} K_{IV}$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{PV} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента.

Коэффициенты определяем по таблицам 1- 6 [3, стр261].

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

Значение коэффициента K_{Γ} и показатель степени n_v для материала инструмента из твердого сплава при обработке заготовки из стали 20 берем из таблицы 2 [4, с.262]:

$$K_{MV} = 1 \left(\frac{750}{420} \right)^1 = 1,79$$

$K_{PV} = 0,9$; $K_{IV} = 1$

$$K_v = 1,79 \times 0,9 \times 1 = 1,611$$

Все составляющие известны, теперь можем определить скорость резания:

$$v = \frac{340}{30^{0,2} \times 1,375^{0,15} \times 1,3^{0,45}} \times 1,611 = 235 \text{ м/мин}$$

4. Рассчитываем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 235}{3,14 \times 172} = 435 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

В техническом паспорте станка смотрим ближайшее значение оборотов шпинделя и принимаем его.

$$n_{\text{ст}} = 500 \text{ об/мин.}$$

5. Рассчитываем действительную скорость резания при оборотах шпинделя станка:

$$V = \frac{\pi \times d \times n_{\text{ст}}}{1000} = \frac{3,14 \times 172 \times 500}{1000} = 274,7 \text{ м/мин}$$

6. Рассчитываем силы резания. При наружном продольном точении эти составляющие определяют по формуле:

$$P_{z,y,x} = 10 \times C_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p$$

где C_p – коэффициент, зависящий от обрабатываемого и режущего материала;
 K_p – поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{Mp} \times K_{\varphi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_{Rp}, \quad (6.4)$$

где K_{Mp} – коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала (прочности) на силу резания.

$K_{\varphi p}$ – коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане φ на силу резания;

$K_{\gamma p}$ – коэффициент, учитывающий влияние главного переднего угла в главной секущей плоскости γ на силу резания;

$K_{\lambda p}$ – коэффициент, учитывающий влияние угла наклона главной режущей кромки λ на силу резания;

K_{Rp} – коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца R на силу резания;

Мы определим только главную составляющую силы резания P_z .

Коэффициенты определим по таблице 22 [3, стр. 273]:

$$C_p = 300; \quad x = 1,0; \quad y = 0,75; \quad n = -0,15$$

Поправочный коэффициент определяем, используя таблицы 9 и 23 [3стр.264]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{420}{750} \right)^{0,75} = 0,647.$$

$$K_{\phi P} = 1; \quad K_{\gamma P} = 1; \quad K_{\lambda P} = 1; \quad K_{rP} = 0,93.$$

$$K_P = 0,6$$

$$P_z = 10 \times 300 \times 1,375 \times 1,3^{0,75} \times 274,7^{-0,15} \times 0,6 = 1297 \text{ Н}$$

7. Рассчитаем мощность по формуле:

$$N = \frac{P_z \times v}{1020 \times 60} = \frac{1297 \times 274,7}{1020 \times 60} = 5,82 \text{ кВт}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{5,82}{0,8} = 7,275 \text{ кВт.}$$

Поскольку значение к.п.д. привода нам неизвестно, то принимаем $\eta = 0,8$.

Проверка по мощности:

$$N_{пр} \leq N_{ст} \cdot \eta;$$

$$7,28 \leq 8,8$$

где $N_{ст}$ – мощность электродвигателя главного привода станка.

Скорость резания при подрезке второго торца будет равной $v=282,6$ м/мин.

Следовательно, сила резания $P_z=1292$ Н

$$N=6 \text{ кВт}$$

$$N_{пр}=7,5 \text{ кВт}$$

$$7,5 \leq 8,8$$

Условие выполняется.

7.5 Фрезерная операция с ЧПУ: сверление отверстий $\phi 15$ мм

Инструмент: Сверло Р6М5 $\phi 15$ 2300-0753 ГОСТ 4010-77.

1. Глубина резания при сверлении определяется $t=0,5D=7,5$ мм.

2. Подача при сверлении без ограничивающих факторов выбираем максимальной по таблице 25 [3, стр.277]. $s=0,2$

Приведенные подачи применяют при сверлении отверстий глубиной $l \leq 3D$
 $14 \leq 45$

Условие выполняется, подачу принимаем равной $s=0,2$.

3. Скорость резания при сверлении определяем по формуле:

$$v = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times s^y} \times K_v$$

Значения коэффициентов C_v и показателей степени для сверления определяем по таблице 28 [3, стр.278]:

$C_v=7$; $q=0,4$; $y=0,7$; $m=0,2$.

Значение периода стойкости определяем по таблице 30 [3, стр. 279]:

$T=45$ мин.

Общий поправочный коэффициент определяем по формуле:

$$K_v = K_{mv} \times K_{iv} \times K_{lv}, \quad (7.6)$$

Значения коэффициентов определяем по таблицам 1, 6,31 [3, стр. 261]:

$$K_{MV} = 1 \left(\frac{750}{420} \right)^1 = 1,79$$

$K_{iv}=1$; $K_{lv}=1$

$$K_v = 1,79 \times 1 \times 1 = 1,79$$

Определяем скорость резания:

$$v = \frac{7 \times 15^{0,4}}{45^{0,2} \times 0,2^{0,7}} \times 1,79 = 53 \text{ м/мин}$$

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D}$$
$$n = \frac{1000 \times 53}{3,14 \times 15} = 1125 \text{ об/мин}$$

Корректируем число оборотов шпинделя для станка

$$n_{\text{ст}}=1100 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 15 \times 1100}{1000} = 51,8 \text{ м/мин}$$

6. Крутящий момент при сверлении рассчитывают по следующей формуле:

$$M_{\text{кр}} = 10C_M D^q s^y K_p, \quad (7.7)$$

Значения коэффициента C_M и показателей степеней определяем по таблице 32 [3, стр281]:

$$C_M=0,0345; \quad q=2; \quad y=0,8$$

Коэффициент, учитывающий условия обработки определяется выражением:

$$K_p = K_{\text{мр}}, \quad (7.8)$$

Значения $K_{\text{мр}}$ приведены в таблице 9 [3,стр264]

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{420}{750} \right)^{0,75} = 0,647.$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \times 0,0345 \times 15^2 \times 0,2^{0,8} \times 0,647 = 13,859 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Определяем осевую силу при сверлении по формуле:

$$P_o = 10 \times C_p \times D^q \times s^y \times K_p \quad (7.9)$$

Значение коэффициента C_p и показателей степени определяем по таблице 32 [3, стр. 281]:

$$C_p=68; \quad q=1; \quad y=0,7$$

$$K_p = K_{\text{мр}}$$

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{420}{750} \right)^{0,75} = 0,647.$$

$$P_o = 10 \times 68 \times 15^1 \times 0,2^{0,7} \times 0,647 = 2138 \text{ Н}$$

8. Мощность резания определяем по формуле:

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \times n}{9750}, \quad (7.10)$$

где частота вращения определяется по следующей формуле:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 51,8}{3,14 \times 15} = 1099 \text{ об/мин}$$

$$N_e = \frac{13,859 \times 1099}{9750} = 1,56 \text{ кВт}$$

7.6 Вертикально-сверлильная операция: сверление отверстий Ø3,3 мм
Инструмент: Сверло Р6М5 Ø3,3 2300-7525 ГОСТ 10902-77.

1. Глубина резания при сверлении определяется $t=0,5D=1,65$ мм.
2. Подача при сверлении без ограничивающих факторов выбираем максимальной по таблице 25 [3, стр.277]. $s=0,06$ мм/об

Приведенные подачи применяют при сверлении отверстий глубиной $l \leq 3D$
 $8,5 \leq 9,9$

Условие выполняется, подачу принимаем равной $s=0,06$ мм/об.

3. Скорость резания при сверлении определяем по формуле:

$$v = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times s^y} \times K_v$$

Значения коэффициентов C_v и показателей степени для сверления определяем по таблице 28 [3, стр.278]:

$C_v=7$; $q=0,4$; $y=0,7$; $m=0,2$.

Значение периода стойкости определяем по таблице 30 [3, стр. 279]:

$T=45$ мин.

Общий поправочный коэффициент определяем по формуле:

$$K_v = K_{mv} \times K_{iv} \times K_{lv},$$

Значения коэффициентов определяем по таблицам 1, 6,31 [3, стр. 261]:

$$K_{MV} = 1 \left(\frac{750}{420} \right)^1 = 1,79$$

$K_{iv}=1$; $K_{lv}=1$

$$K_v = 1,79 \times 1 \times 1 = 1,79$$

Определяем скорость резания:

$$v = \frac{7 \times 3,3^{0,4}}{45^{0,2} \times 0,06^{0,7}} \times 1,79 = 67 \text{ м/мин}$$

4. Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D}$$
$$n = \frac{1000 \times 67}{3,14 \times 3,3} = 6466 \text{ об/мин}$$

Корректируем число оборотов шпинделя для станка

$n_{\text{ст}}=2800$ об/мин.

5. Фактическая скорость резания:

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 3,3 \times 2800}{1000} = 29 \text{ м/мин}$$

6. Крутящий момент при сверлении рассчитывают по следующей формуле:

$$M_{\text{кр}} = 10 C_M D^q s^y K_p$$

Значения коэффициента C_M и показателей степеней определяем по таблице 32 [3, стр281]:

$C_M=0,0345$; $q=2$; $y=0,8$

Коэффициент, учитывающий условия обработки определяется выражением:

$$K_p = K_{\text{мп}}$$

Значения $K_{\text{мп}}$ приведены в таблице 9 [3,стр264]

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{420}{750} \right)^{0,75} = 0,647.$$

$$M_{\text{кр}} = 10 \times 0,0345 \times 3,3^2 \times 0,06^{0,8} \times 0,647 = 0,256 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Определяем осевую силу при сверлении по формуле:

$$P_o = 10 \times C_p \times D^q \times s^y \times K_p$$

Значение коэффициента C_p и показателей степени определяем по таблице 32 [3, стр. 281]:

$C_p=68$; $q=1$; $y=0,7$

$$K_p = K_{\text{мп}}$$

$$K_{\text{мп}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{420}{750} \right)^{0,75} = 0,647.$$

$$P_o = 10 \times 68 \times 3,3^1 \times 0,06^{0,7} \times 0,647 = 203 \text{ Н}$$

8. Мощность резания определяем по формуле:

$$N_e = \frac{M_{кр} \times n}{9750}$$

$$N_e = \frac{0,256 \times 2800}{9750} = 0,07 \text{ кВт}$$

7.7 Вертикально-сверлильная операция: нарезание резьбы М4

При нарезании резьбы различают продольную подачу s , равную шагу резьбы P , и поперечную, определяющую глубину резания t , равную высоте резьбового профиля. Шаг резьбы $P \leq 2,5$ мм, следовательно поперечная подача имеет радиальное направление s_p .

1. Подача $s=1,5$ мм/об
2. Скорость резания при нарезании метрической резьбы метчиками определяется по формуле:

$$v = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times s^y} \times K_v$$

Значения коэффициента C_v , показателей степени и периода стойкости определяем по таблице 49 [3, стр. 296]:

$C_v=53$; $y=0,5$; $q=1,2$; $m=0,9$; $T=90$.

Общий поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{mv} \times K_{iv} \times K_{tv}$$

Коэффициенты определяют по таблице 50 [3, стр.298]:

$K_{mv}=0,7$; $K_{iv}=1$; $K_{tv}=1$

$$K_v = 0,7 \times 1 \times 1 = 0,7$$

$$v = \frac{53 \times 4^{1,2}}{90^{0,9} \times 1,5^{0,5}} \times 0,7 = 2,8 \text{ м/мин}$$

3. Крутящий момент при нарезании резьбы метчиками определяем по следующей формуле:

$$M_{кр} = 10 \times C_m \times D^q \times P^y K_p$$

P - шаг резьбы;

Коэффициент C_m и показатели степени определяем по таблице 51 [3,стр.298]:

$$C_m=0,0041; \quad y=1,5; \quad q=1,7.$$

Поправочный коэффициент $K_p=K_{mp}$ определяем по таблице 50 [3,стр.298]:

$$K_{mp}=1,3$$

$$M_{кр} = 10 \times 0,0041 \times 4^{1,7} \times 1,5^{1,5} \times 1,3 = 1,034 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

4. Мощность при нарезании резьбы метчиками:

$$N = \frac{M \times n}{975}$$

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 2,8}{3,14 \times 4} = 223 \text{ об/мин}$$

$$N = \frac{1,034 \times 223}{975} = 0,2 \text{ кВт}$$

8. Выбор средств технологического оснащения.

Токарный станок с ЧПУ Mazak Nexus 100

Основные данные:

| | | |
|----------------------|-------------------------------------|-------------|
| Параметры заготовки | Максимально устанавливаемый диаметр | 550 мм |
| | Максимально обрабатываемый диаметр | 280 мм |
| | Максимально обрабатываемая длина | 310 мм |
| Шпиндель | Размер патрона | 6 дюймов |
| | Максимальная частота вращения | 6000 об/мин |
| | Максимальная мощность | 11 кВт |
| Револьверная головка | Количество инструмента | 12 |
| Перемещение по осям | Ось X | 190 мм |
| | Ось Z | 330 мм |
| Размеры (д*ш) | | 1790*1630мм |

Фрезерный станок с ЧПУ XD-30

Основные данные:

| | |
|--|-------------------|
| Размер стола, мм | 320x700 |
| Максимальный вес заготовки, кг | 150 |
| Перемещение по X/Y/Z, мм | 450/350/380 |
| Расстояние от шпинделя до колонны, мм | 430 |
| Расстояние от шпинделя до стола, мм | 140-520 |
| Подача по X/Y/Z, мм/мин | 1-10000 |
| Быстрые перемещения по X/Y/Z, мм/мин | 30/30/30 |
| Мощность, кВт | 5,5 |
| Максимальная скорость, об/мин | 6000 |
| Конус шпинделя | №40 7:24 |
| Точность позиционирования по X/Y/Z, мм | 0,016/0,016/0,016 |
| Точность возврата в координату X/Y/Z, мм | 0,006/0,006/0,006 |
| Максимальный диаметр сверления, мм | 18 |
| Максимальный растачиваемый диаметр, мм | 80 |
| Максимальный момент на шпинделе, Н*м | 33 |
| Габариты станка, мм | 2450x1590x2200 |
| Масса станка, кг | 2000 |

Вертикально-сверлильный станок 2Н118

Основные характеристики:

| | |
|--|----------------------|
| Наибольший условный диаметр сверления в стали | 18 |
| Рабочая поверхность стола | 320×360 |
| Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола | 650 |
| Вылет шпинделя | 200 |
| Наибольший ход шпинделя | 150 |
| Наибольшее вертикальное перемещение: | |
| сверлильной головки | 300 мм |
| стола | 350 мм |
| Конус Морзе отверстия шпинделя | 2 |
| Число скоростей шпинделя | 9 |
| Частота вращения шпинделя | 180 – 2800 об/мин |
| Число подач шпинделя | - |
| Подача шпинделя | ручная |
| Мощность электродвигателя привода главного движения | 1,5 кВт |
| Габаритные размеры: | |
| длина | 870 |
| ширина | 590 |
| Высота | 2080 |
| Масса | 450 кг |

9. Расчет основного времени

Основное время определяется по следующей формуле:

$$t_o = \frac{L \times i}{s \times n},$$

где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

s – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки определяется по следующей формуле:

$$L = l + l_e + l_{cx} + l_{нд},$$

где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_e – величина врезания инструмента, мм;

l_{cx} – величина схода инструмента, мм;

$l_{нд}$ – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем $l_{cx} = l_{нд} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_{ep} = t / \operatorname{tg} \varphi,$$

где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$t_o = \frac{(l + t / \operatorname{tg} \varphi + l_{cx} + l_{нд}) \times i}{s \times n},$$

Токарная операция с ЧПУ

Переход 1- подрезка торца:

$$t_o = \frac{(87 + 1,375 / \operatorname{tg} 10^\circ + 1 + 1) \times 1}{1,3 \times 500} = 0,14 \text{ мин}$$

Переход 2 - обтачивание поверхности

$$t_o = \frac{(221 + \frac{0,795}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 1 + 1) \times 1}{1,3 \times 500} = 0,344 \text{ мин}$$

Переход 3 – предварительное растачивание отверстия

$$t_o = \frac{(164,7 + \frac{0,785}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 1 + 1) \times 1}{0,5 \times 800} = 0,423 \text{ мин}$$

Переход 4 – предварительное растачивание отверстия

$$t_o = \frac{(6,6 + \frac{0,785}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 1 + 1) \times 1}{0,5 \times 800} = 0,028 \text{ мин}$$

Переход 5 – окончательное растачивание отверстия

$$t_o = \frac{(165 + \frac{0,132}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 1 + 1) \times 2}{0,42 \times 1100} = 0,725 \text{ мин}$$

Переход 7 – окончательное растачивание отверстия

$$t_o = \frac{(7 + \frac{0,785}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 1 + 1) \times 2}{0,42 \times 1100} = 0,041 \text{ мин}$$

Переход 8 – растачивание фаски

$$t_o = \frac{(1 + \frac{0,5}{\operatorname{tg} 60^\circ} + 1 + 1) \times 1}{0,33 \times 1100} = 0,013 \text{ мин}$$

Вертикально-сверлильная операция

Переход 1 – сверление отверстий

$$t_o = \frac{(8,5 + \frac{1,65}{\operatorname{tg} 120^\circ} + 1 + 1) \times 1}{0,06 \times 2800} = 0,076 \text{ мин}$$

4 отверстия:

$$t_o = 0,076 \times 4 = 0,304 \text{ мин}$$

Переход 2 – нарезание резьбы

$$t_o = \frac{(7,5 + 0,35 / \text{tg} 10 + 1 + 1) \times 1}{1,5 \times 223} = 0,03 \text{ мин}$$

По остальным операциям основное время можно определить аналогичным образом.

10. Конструкторский раздел

Для обработки отверстий изготавливается многообразная оснастка: скальчатые и другие типы кондукторов, поворотные столы и стойки, многошпиндельные и револьверные головки, всевозможный вспомогательный инструмент и т.п. Для сверления отверстий наиболее широко применяются скальчатые кондукторы консольного и портального типов, с ручным или пневматическим зажимом. В конструкцию любого скальчатого кондуктора входят постоянные и сменные узлы. Постоянная часть кондуктора состоит из корпуса, двух или трех расположенных в нем скалок, несущих кондукторную плиту, механизма для перемещения скалок и зажима обрабатываемых деталей.

Сменные наладки проектируются в соответствии с конфигурацией обрабатываемых деталей и состоят из установочно-зажимных узлов и сменной кондукторной плиты с комплектом кондукторных втулок.

Для сверления отверстий диаметром 4,3 мм на операции 030 можно использовать скальчатый кондуктор. Произведем расчет сил закрепления и разработаем приспособление для сверления отверстий.

10.1. Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления

На рисунке 10.1 представлена схема для расчета сил.

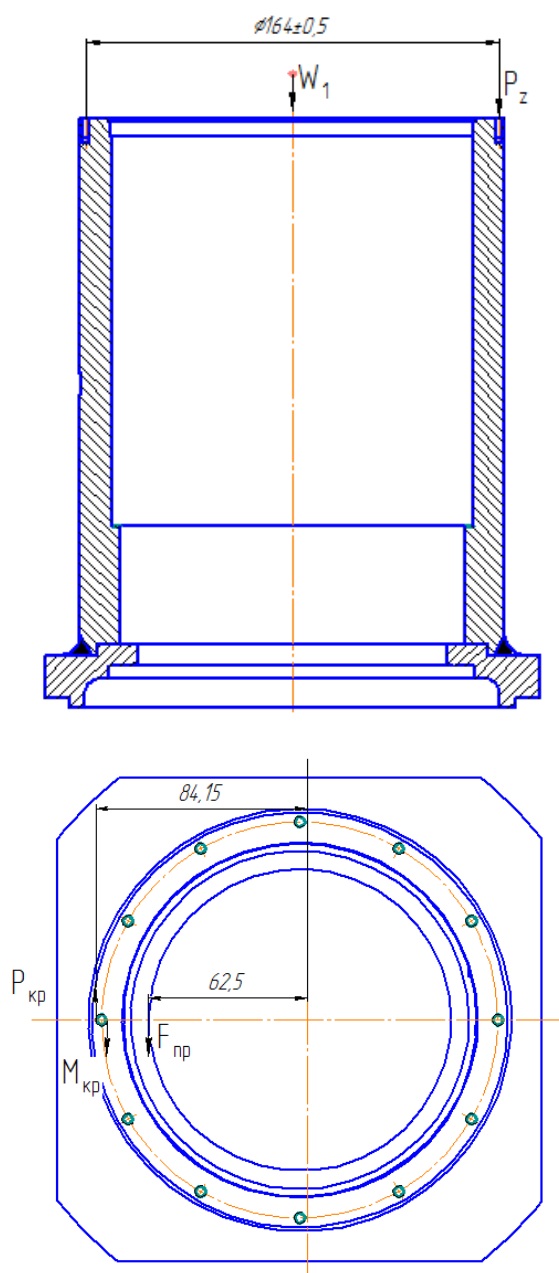


Рис. 10.1. Расчетная схема

Определяем силы резания.

При сверлении используем спиральное сверло с цилиндрическим хвостовиком $\varnothing 4,3$ Р6М5 ГОСТ 10902-77.

Глубина резания $t=2,15$ мм

Подачу определяем по таблице 25 [3, стр. 277]: $s=0,09$ мм/об

Скорость резания подбираем по таблице 7 [4, стр. 664]: $v=22$ м/мин

Расчетное число оборотов определим по следующей формуле:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times d} = \frac{1000 \times 22}{3,14 \times 4,3} = 1629 \text{ об/мин}$$

Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p$$

Значения коэффициента и показателей степени определяем по таблице 32 [3, стр.281]:

$$C_M=0,0345; q=2; y=0,8$$

$$K_p=K_{mp}$$

$$K_{MP}=\left(\frac{420}{750}\right)^{0,75} = 0,647$$

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 4,3^2 \times 0,06^{0,8} \times 0,647 = 0,435 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Определяем осевую силу по формуле:

$$P_0 = 10 \times C_p \times D^q \times S^y \times K_p$$

Значения коэффициентов и показателей степени определяем по таблице 32 [3 стр. 281]:

$$C_p = 68; q = 1; y = 0,7$$

$$P_0 = 10 \times 68 \times 4,3^1 \times 0,06^{0,7} \times 0,647 = 264 \text{ Н}$$

К детали приложена осевая нагрузка и крутящий момент. Крутящий момент стремится повернуть заготовку вокруг оси. Расчет ведем по крутящему моменту. В соответствии с расчетной схемой составим уравнения:

$$\sum M_0 = P_{кр} \times 84,15 - F_{mp} \times 62,5 = 0$$

$$P_{кр} = \frac{M_{кр}}{d/2} = \frac{0,435}{0,00215} = 202 \text{ Н}$$

$$F_{mp} = N \times \mu$$

где $\mu=0,3$ - коэффициент трения сталь/сталь

Подставляем в первое уравнение

$$202 \times 84,15 - N \times 0,3 \times 62,5 = 0$$

$$N = \frac{202 \times 84,15}{0,3 \times 62,5} = 907 \text{ Н}$$

Определяем требуемую силу прижима

$$W = N \times k$$

Где $k=2$ - коэффициент запаса

$$W = 907 \times 2 = 1814 \text{ Н}$$

10.2. Выбор и расчет привода зажимного устройства

В качестве привода зажимного устройства применяем пневмоцилиндр одностороннего действия.

Пневматические приводы предназначены для обеспечения необходимых усилий и скоростей рабочих органов, экономичности, надежности и долговечности, безопасности и быстродействия при использовании сжатого воздуха с заданными параметрами и при заданных условиях эксплуатации.

Расчет сводится к определению диаметра цилиндра при заданном усилии на штоке и давлении воздуха.

Определяем усилия на штоке пневмоцилиндра [5, с. 143]:

Принимаем предварительно диаметр поршня 100 мм.

Для поршневых пневмоцилиндров воспользуемся литературой [6, с.254]:

$$W = 0,785 \times (D^2 - d^2) \times p \times \eta$$

где W – усилие на штоке;

D и d – диаметры поршня и штока соответственно, (мм);

P – давление сжатого воздуха, (МПа);

η - коэффициент полезного действия цилиндра, ($\eta = 0,85...0,9$).

Усилие зажима на штоке

$$W = 0,785 \times (100^2 - 30^2) \times 0,6 \times 0,85 = 3643 \text{ Н}$$

Выбираем диаметр поршня равный 100 мм.

Усилие на штоке превышает потребное усилие зажима, условие выполняется.

$$W_{\text{расч}} > W_{\text{потреб.}}$$

10.3. Оформление чертежа общего вида, описание конструкции и принципа работы

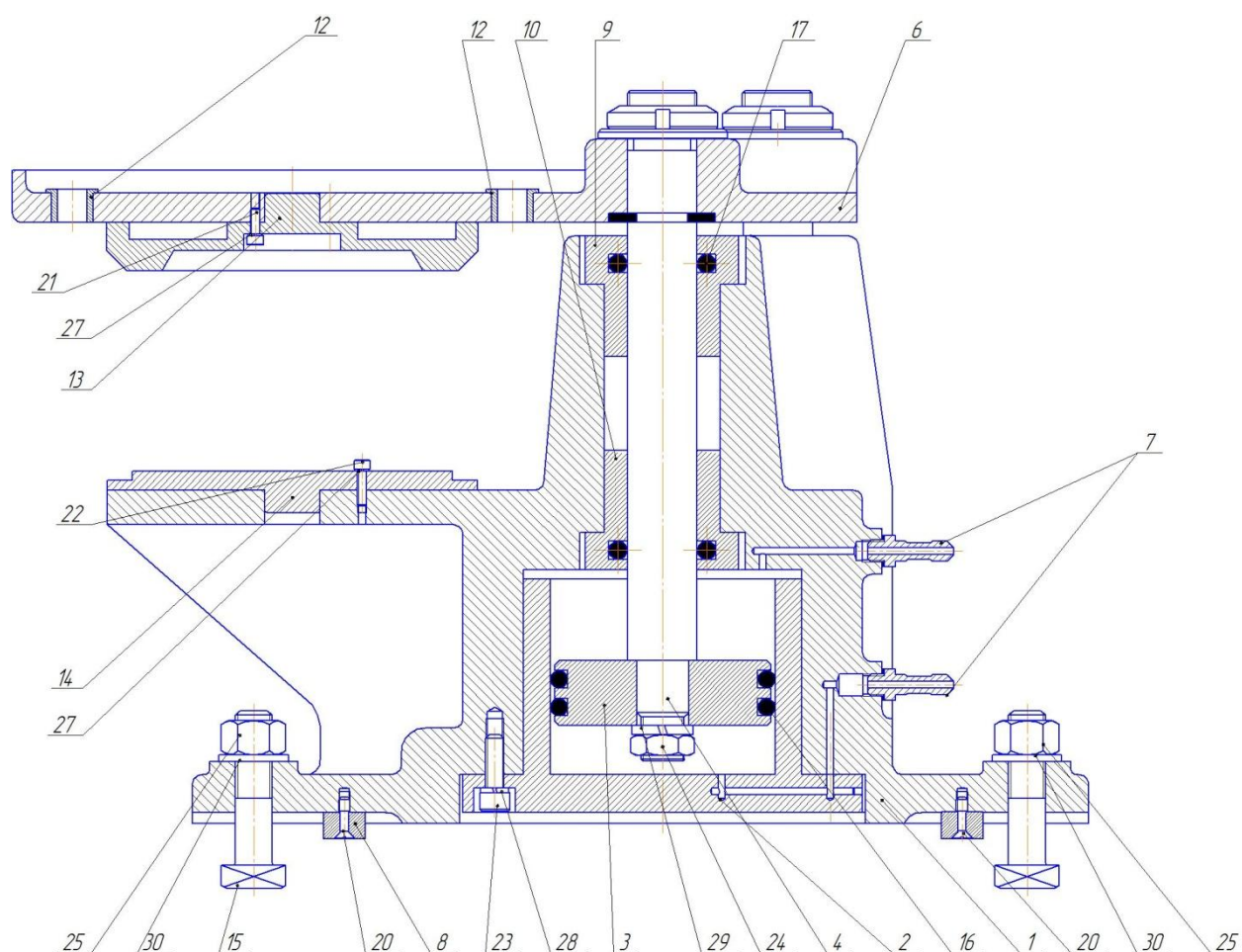


Рис. 10.3 Чертеж общего вида приспособления

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. Корпус | 18. Уплотнение |
| 2. Цилиндр | 19. Уплотнение |
| 3. Поршень | 20. Винт |
| 4. Шток | 21. Винт |
| 5. Скалки | 22. Винт |
| 6. Плита | 23. Винт |
| 7. Штуцеры | 24. Гайка |
| 8. Шпонка | 25. Гайка |
| 9. Втулка | 26. Гайка |
| 10. Втулка | 27. Шайба |
| 11. Втулка | 28-31. Шайбы |
| 12. Втулка | |
| 13. Упор | |
| 14. Опора | |
| 15. Болт | |
| 16. Уплотнение | |
| 17. Уплотнение | |

Принцип работы приспособления:

Воздух давлением поступает через верхний штуцер 7 (рис 3) в цилиндр 2, вызывая перемещение штока 4, который, в свою очередь, действует на плиту 6, а последняя перемещаясь вместе со скалками 5 прижимает заготовку пальцем 13 к поверхности корпуса 1. Возврат в начальное положение осуществляется подачей сжатого воздуха через нижний штуцер 7. В плите 6 запрессованы кондукторные втулки для обеспечения точности просверливаемых отверстий.

Заключение

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы был усовершенствован технологический процесс изготовления детали. Произведен расчет припусков на обработку. Проведен размерный анализ технологического процесса и расчет технологических размеров. Рассчитаны режимы резания. Подобрано соответствующее оборудование, спроектировано приспособление с пневмоприводом для сверления отверстий. Данный технологический процесс может использоваться в производстве, с возможной корректировкой технологического процесса для каждого предприятия отдельно.

Список использованных источников

1. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Учебное пособие / Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. – 5-е издание, стереотипное - М. 2007. – 256 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
3. Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. Косиловой А.Г., Мещерякова Р.К.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1985. - 496 с.
4. Панов А.А. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Панов А.А., Аникин В.В., Бойм Н.Г., Безъязычный В.Ф. и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784с.
5. Худобин Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов. /Худобин Л.В., Гурьянихин В.Ф., Берзин В.Р. – М.: Машиностроение, 1989. – 288с.
6. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. / Редактор Гутнер Н.Г. – 4-е изд. исправ. и доп. – Л.: Машиностроение, 1975. – 656с.
7. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с.